

Sauli Karvonen

TOIMISTORAKENNUKSEN RAKENNUSAUTOMAATION LAAJENNUS

TOIMISTORAKENNUKSEN RAKENNUSAUTOMAATION LAA- JENNUS

Sauli Karvonen
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Sauli Karvonen

Opinnäytetyön nimi: Toimistorakennuksen rakennusautomaation saneeraus

Työn ohjaaja: Timo Heikkinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 5/2014 Sivumäärä: 51 + 8 liitettä

Opinnäytetyön kohteena oli 1950-luvulla rakennettu toimistokiinteistö, joka on saneerattu kertaalleen vuonna 2008. Kiinteistö remontoitiin nyt uudelleen sisäilmaongelmien vuoksi.

Työssä kerrotaan, kuinka rakennusautomaation eri toimintakokonaisuudet saadaan toimimaan yhtenä järjestelmänä. Työssä käydään läpi kolmen erilaisen väylälaitteen liittäminen automaatiojärjestelmään. Lisäksi työssä perehdytään kahden ilmastointikoneen säätöihin ja ohjauksiin sekä eripuolilta kiinteistöä tuleviin informatiivisiin mittauksiin, joiden avulla seurataan kiinteistössä tapahtuvia muutoksia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä lisättävän IV-koneen toimintaan, yhdistää koneen eri toimintakokonaisuuden yhdeksi kokonaisuudeksi ja soveltaa eri säätötekniikoita sekä yhdistää eri väylälaitteet toimimaan saumattomasti yhtenä järjestelmänä ja pysyä annetussa aikataulussa. Kaikki työlle asetetut tavoitteet saavutettiin.

Opinnäytetyöhön kuului uusien laitekokonaisuuksien ohjelmointi ja näiden käyttöönotto sekä huolehtiminen aikataulussa pysymisestä.

Asiasanat: rakennusautomaatio, Computec, Modbus

ALKULAUSE

Tahdon kiittää työn toimeksiantajaa Caverion Suomi Oy:n Automaatioratkaisuiden huoltopäällikköä Timo Malista. Iso kiitos kuulu myös muille Automaatioratkaisuiden työntekijöille. Lisäksi tahdon kiittää OAMK:n Timo Heikkistä työn ohjaamisesta.

Oulussa 30.5.2014

Sauli Karvonen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 KOHTEEN KUVAUS	8
3 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN RAKENNE	10
4 KIIINTEISTÖN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN RAKENNE	11
4.1 Kiinteistön valvomo-PC	12
4.2 Kiinteistön valvonta-alakeskus	18
4.2.1 UIO 032	19
4.2.2 MRE	20
4.3 CWS 06 IODS	20
5 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TIEDONSIIRTO	21
6 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS	23
6.1 Tuloilmakone TK100	23
6.1.1 Tuloilman lämpötilan säätö	25
6.1.2 Ilmamäärän säätö	30
6.1.3 Yötuuletus	35
6.2 Tuloilmakone TK101	35
6.3 Huonesäätimet	37
6.4 Ilmamäärämittaukset	40
6.5 Sisäilman ja ulkoilman paine-ero	40
6.6 Olosuhdemittaukset	40
6.7 Sähkönkulutusmittarit	41
7 VÄYLÄLAITTEIDEN LIITTÄMINEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄÄN	43
7.1 Produalin HLS34-huonesäätimet	43
7.2 Danfoss-taajuusmuuttajat	44
7.3 Sähkömittarit	47
8 YHTEENVETO	48

1 JOHDANTO

Työn kohteena on vanha toimistokiinteistö, joka on kertaalleen peruskorjattu vuonna 2008. Sisäilmaongelmien vuoksi kiinteistöön joudutaan tekemään korjaustoimenpiteitä ja samalla myös huonejakoa muutetaan. Kiinteistöön tehtiin syksyn 2013 aikana mallitilat, jonka toimivuutta testiryhmä kokeili. Mallitilassa testattiin mm. huonekalujen, akustiikan, ilmastoinnin sekä tilojen lämpötilansäädön toimintaa. Palautteen pohjalta aloitettiin koko muun kiinteistön korjaaminen. Rakennuksen saneeraus toteutetaan kahdessa vaiheessa siten, että toinen puoli rakennuksesta on normaali toimistokäytössä, kun toisella puolen rakennusta toteutetaan korjaustoimenpiteitä.

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä lisättävien IV-koneiden toimintaan, yhdistää koneen eri toimintakokonaisuudet yhdeksi kokonaisuudeksi, soveltaa eri säätötekniikoita sekä yhdistää eri väylälaitteet toimimaan saumattomasti yhtenä järjestelmänä.

Opinnäytetyössä käsiteltävät asiat sisältyvät suurimmalta osin saneerausvaiheeseen yksi. Käsiteltävien toimintakokonaisuuksien tulee olla toimintakunnossa vuoden 2014 toukokuussa, jolloin on myös ensimmäisen vaiheen luovutuspäivä.

2 KOHTEEN KUVAUS

Työn kohteena oleva kiinteistö on 1950-luvulla rakennettu viisikerroksinen toimistokiinteistö. Tilat muodostuvat yhden hengen toimistoista, avokonttoreista sekä neuvotteluhuoneista ja puhelinkopeista. Lisäksi kiinteistössä on henkilökunnan käytettävissä kuntoilu-, puku- ja saunatilat. Kiinteistö on kertaalleen peruskorjattu vuonna 2008. Sisäilmaongelmien vuoksi joudutaan nyt rakennuskorjaamaan osittain uudelleen. Remontointi toteutetaan kahdessa vaiheessa. Vaiheeseen 1 kuuluu puolet rakennuksesta. Tämän vaiheen tulee olla valmiina vuoden 2014 toukokuussa. Vaiheeseen 2 kuuluu toinen puoli rakennuksesta. Tämän vaiheen tulee olla valmiina joulukuussa 2014. Vaiheen 1 ollessa käynnissä vaiheen 2 tilat ovat normaalikäytössä, ja kun siirrytään vaiheeseen 2, otetaan vaiheessa 1 remontoituvat tilat toimistokäyttöön.

Kiinteistö on saneerauskohteena mielenkiintoinen, koska nyt lisätään laitteita jo olemassa olevaan järjestelmään. Kohteen haastavuutta lisää se, että järjestelmään tulee paljon valvomo-PC:hen liitettäviä väylälaitteita.

Entuudestaan järjestelmä sisälsi mm. kaksi IV-konetta, valaistus- ja lämmitysohjauksia, huonesäätimiä sekä valvomo-PC:n, johon kaikki uudet laitteet liitetään.

Kohteeseen lisätään kaksi IV-konetta mittauksineen ja säätöineen, uudet tiedonsiirtoväylään liitettävät huonesäätimet ja energiamittarit sekä kaksi erillispistoa. Lisäksi kiinteistöön asennetaan informatiiviseksi tiedoksi olosuhde-, hiilidioksidi- ja paine-eromittauksia. Näillä mittauksilla on tarkoitus saada lisäinformaatiota talon sisällä tapahtuvista muutoksista ja pohtia voiko näitä mittaus tuloksia ottaa osaksi säätöä.

Kiinteistön saneerausprojekti aloitettiin kesällä 2013, jolloin kiinteistöstä saneerattiin pieni osa ns. mallitilaksi. Tilaa koekäytti kiinteistöön tulevan henkilökunta ja palautteen perusteella suunniteltiin lopputalon parannustoimenpiteet.

Nykyinen kohteessa oleva automaatiojärjestelmä koostuu Computecin laitteista. Käytössä oleva valvomo-ohjelmisto on Citect Scada -alustalle rakennettu Pyramid-valvomosovellus, jolla voidaan ohjata kaikkia järjestelmään kytkettyjä laitteita. Alakeskuksissa on käytetty I/O-moduuleina Computecin UIO 032 -säätimiä.

3 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN RAKENNE

Rakennusautomaatiojärjestelmät rakentuvat yleensä neljästä hierarkkisesta tasosta, joita ovat valvomotaso, alakeskustaso, kenttälaitetaso ja väyläratkaisut. Valvomotasolla tarkoitetaan valvomo-PC:tä, jolla hallinnoidaan järjestelmää käyttöliittymän avulla. Alakeskustaso on tarkoitettu prosessin säädön, ohjauksen ja valvonnan toteuttamista varten. Kenttälaitetaso sisältää mittausanturit ja toimilaitteet. Lisäksi laajoissa järjestelmissä voi olla ylimpänä tasona hallintojärjestelmätaso tai alakeskustason alapuolella vyöhykesäädintaso. Hallintojärjestelmätaso toimii linkkinä kiinteistön muihin tietojärjestelmiin ja vyöhykesäädintaso tulee kysymykseen silloin, kun yksittäisiä säätö- ja ohjauspiirejä on paljon ja ne sijaitsevat hajallaan eri puolilla kiinteistöä. (1.)

Alakeskukset yhdistetään toisiinsa valvomolaitteiston tiedonsiirtoyhteydellä, jota käytännössä kutsutaan useilla eri termeillä, joita ovat mm. tiedonsiirtoväylä, runkoväylä, alakeskusväylä ja alakeskussilmukka. Tässä väylässä siirtyvät mm. kaikki hälytys-, mittaus- ja ohjausinformaatiot alakeskusten välillä sekä alakeskuksen ja valvomo-PC:n välillä. (1.)

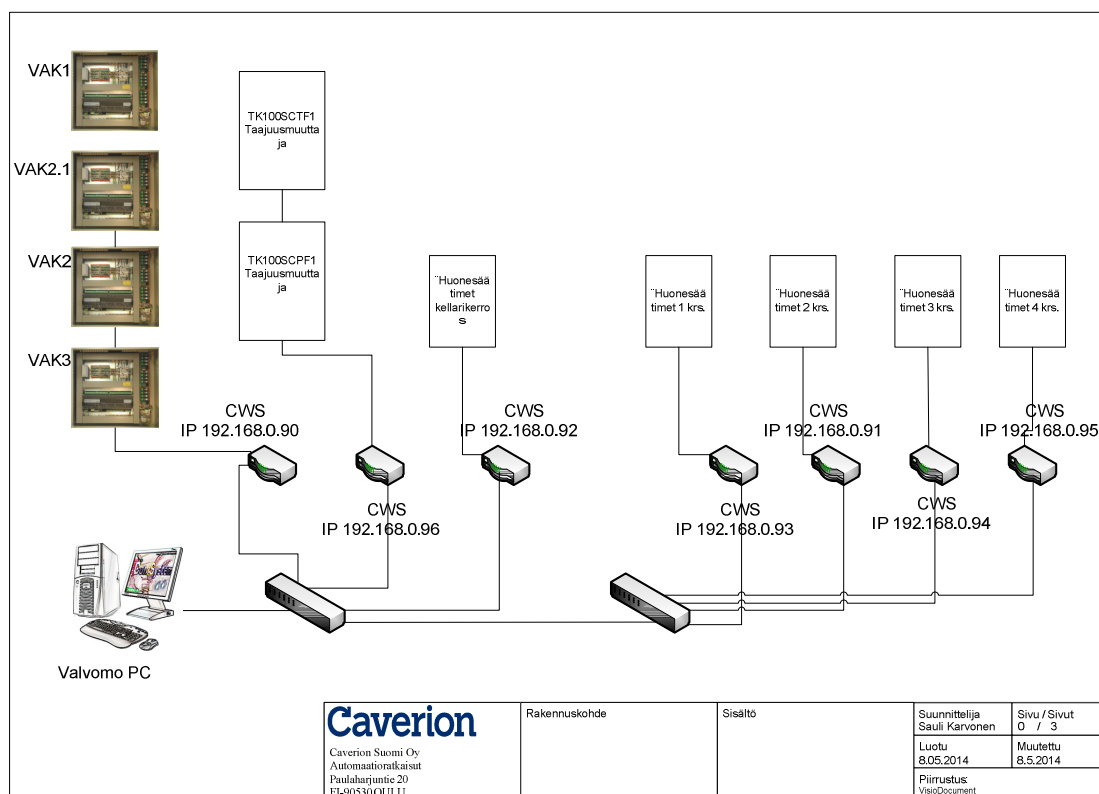
Automaatiojärjestelmissä on prosessin ohjaukseen liittyvät toiminnot yleensä toteutettu alakeskustasolla. Valvomotasolle jäävät etupäässä käyttäjän operointia tukevat toiminnot sekä tiedon jatkojalostus ja raportointi. (1.)

Automaatiojärjestelmiin liittyvissä kaapeloinneissa käytetään hyvin erilaisia kaapeleita, riippuen kaapelissa kulkevan tiedon muodosta ja häiriönsietokyvystä. Kenttälaitteiden kaapeloinnissa käytetään yleensä kaapelina KLMA 4*0,8+0,8 -merkinantokaapelia tai NOMAK 2*2*0,5+0,5 -instrumentointikaapelia. Väyläkaapelina tulee käyttää parisuojattua instrumentointikaapelia, kuten JAMAK 2*(2+1)*0,5+0,5. 230 V:n ohjauksissa käytetään yleensä MMO-ohjauskaapelia.

4 KIINTEISTÖN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN RAKENNE

Kiinteistön automaatiojärjestelmä koostuu hierarkkisesti kolmesta tasosta, joita ovat valvomotaso, alakeskustaso ja kenttälaitetaso.

Valvomo-PC sijaitsee kellarikerroksessa, jossa on myös yksi kiinteistön alakeskuksista (VAK3). Kiinteistön kolme muuta alakeskusta sijaitsee 4. kerroksessa siten, että pienemmässä ilmastointikonehuoneessa on yksi alakeskus (VAK1) ja isommassa konehuoneessa on kaksi alakeskusta (VAK2 ja VAK2.1). Kuvassa 1 on kohteen järjestelmäkaavio.



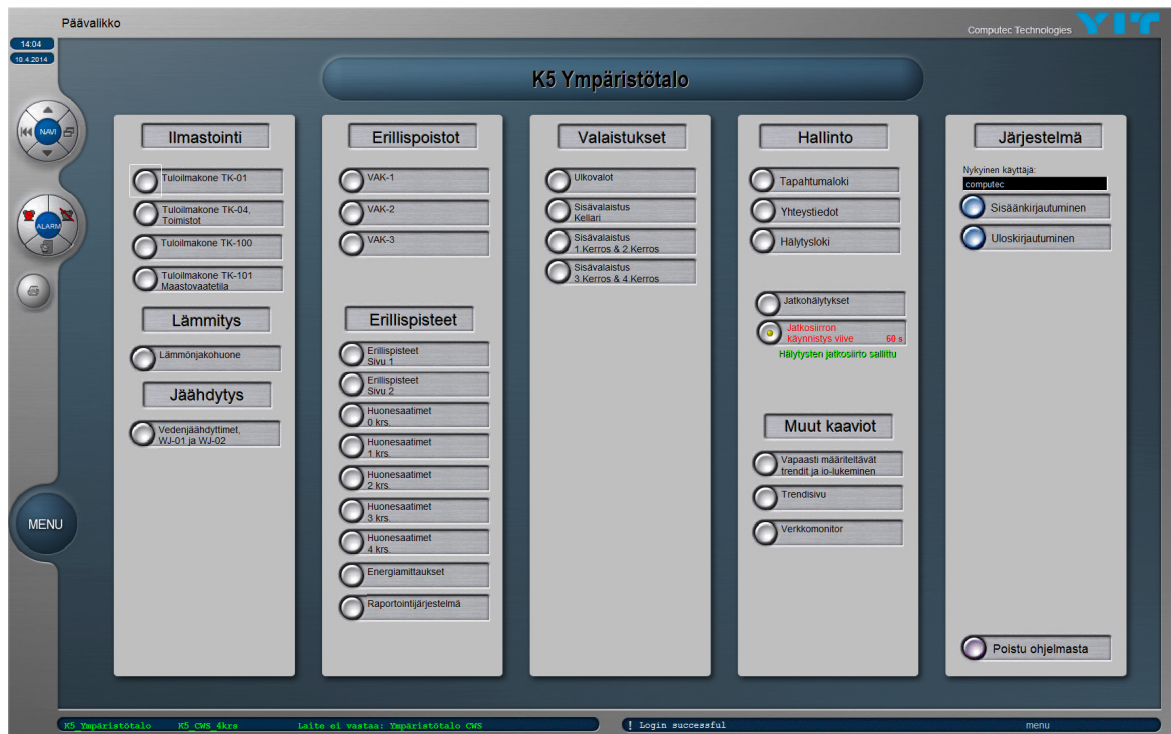
KUVA 1. Kiinteistön automaatiojärjestelmän järjestelmäkaavio

VAK 1:ssä on 2 kpl UIO 032 -säätimiä, joista toinen lisätään työmaan aikana. VAK 2:ssä on 3 kpl UIO 032 -säätimiä; nämä säätimet ovat kaikki alkuperäisiä, joihin lisätään uusia mittapisteitä. VAK 2.1 on kokonaan uusi alakeskus, johon tulee 2 kpl UIO 032 -säätimiä. VAK 3:ssa on 4 kpl UIO 032 -säätimiä, jotka kaikki on alkuperäisiä.

Valvomo-PC on yhteydessä jokaiseen alakeskukseen, huonesäätimeen ja energiamittariin CWS 06 ioDS -väylämuuntimen kautta Modbus RTU -tiedonsiirtoprotokollaa käyttäen. Tietoliikenneväylänä käytetään RS485-sarjaliikenneväylää. Alkuperäisen suunnitelman mukaan väyliä järjestelmään tulisi kuusi, mutta taajuusmuuttajien väyläliittymän ongelmien vuoksi taajuusmuuttajia ei voitu laittaa samaan väylään alakeskuksien säätimien kanssa, joten väyliä tulee seitsemän. Väylät muodostuvat siten, että alakeskuksien säätimet ovat omana väylänään ja tuloilmakoneen TK100:n taajuusmuuttajat omassa väylässä. Näiden kahden väylän väylämuunnin on VAK 3:ssa. Viisi muuta väylää ovat huonesäädinväyliä. Huonesäädinväylät ovat väyliä, joihin kytketään kaikki huonesäätimet ja sähkömittarit. Huonesäätimet ja sähkömittarit tulevat kerroksittain samaan väylään. Huonesäädinten väylämuuntimet sijoitetaan kerroksissa 1–4, sähkökeskusten viereen ja kellarikerroksessa alakeskukseen. Yhteys tietokoneen ja väylämuuntimien välillä toteutetaan kiinteistön Ethernet-verkkoa pitkin.

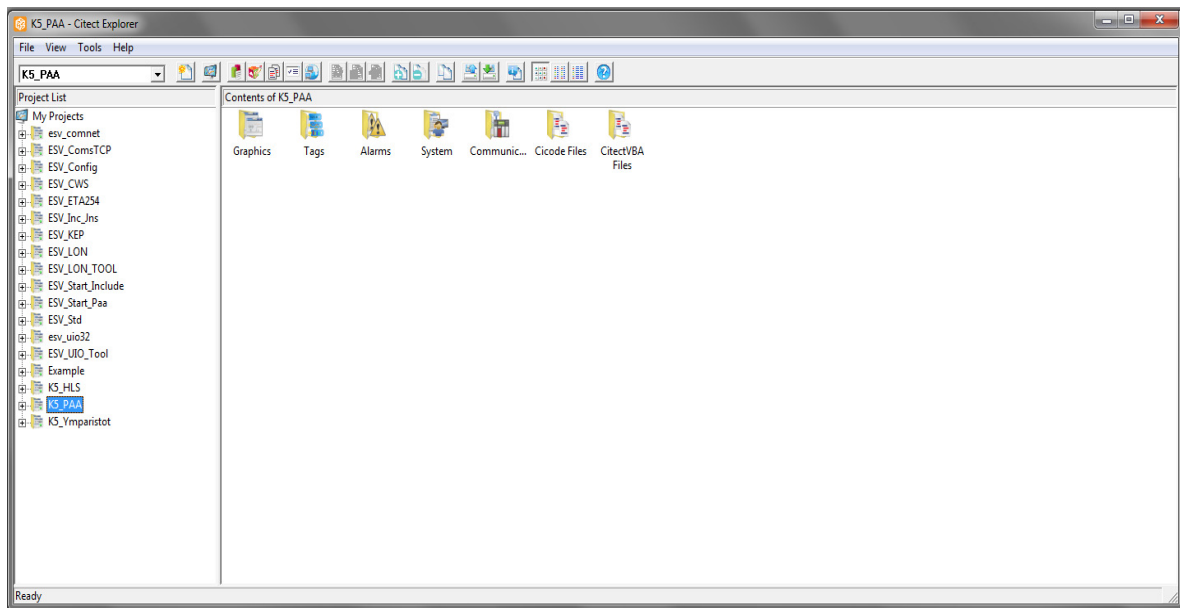
4.1 Kiinteistön valvomo-PC

Kiinteistön valvomo-ohjelmisto on alun perin Computec Oy:n kehittämä Pyramid-valvomosovellus (kuva 2), joka on sittemmin siirtynyt yrityskauppojen myötä Caverion Suomi Oy:n omistukseen. (2.)



KUVA 2. Näkymä Pyramid-valvomon aloitusnäytöstä

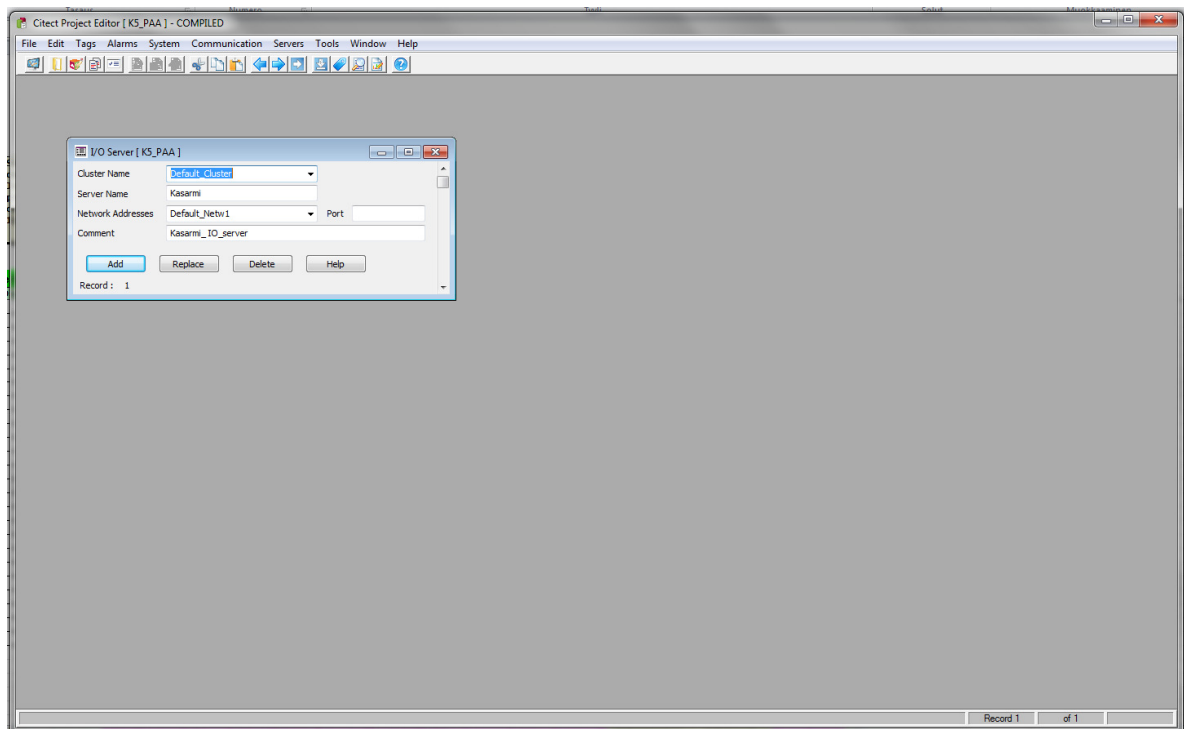
Pyramid-valvomosovellus on tehty Citect Scada -alustalle. Citect Scada ohjelmoidaan Cicode-ohjelmointikielellä. Citect Scada -ohjelmointityökalu sisältää Citect Exploreriin, jonka kautta avautuu Citect Project Editor ja Citect Graphics Builder. Valvomo-ohjelmisto muodostuu useista ESV-tiedostoista, joissa on määritelty mm. tuotekohtaiset symbolit eli geniet ja liikennöinti sekä UIO:n ja LON:n ohjelmointityökalut. Kuvassa 3 on näkymä Citect Explorer-ikkunasta. (3.)



KUVA 3. Näkymä Citect Explorer ikkunasta

Kuvan vasemmassa laidassa näkyvät kaikki ESV-tiedostot. Kolme alinta ovat projektikohtaisia tiedostoja, joihin kaikki projektikohtaiset määrittymiset tehdään.
(3.)

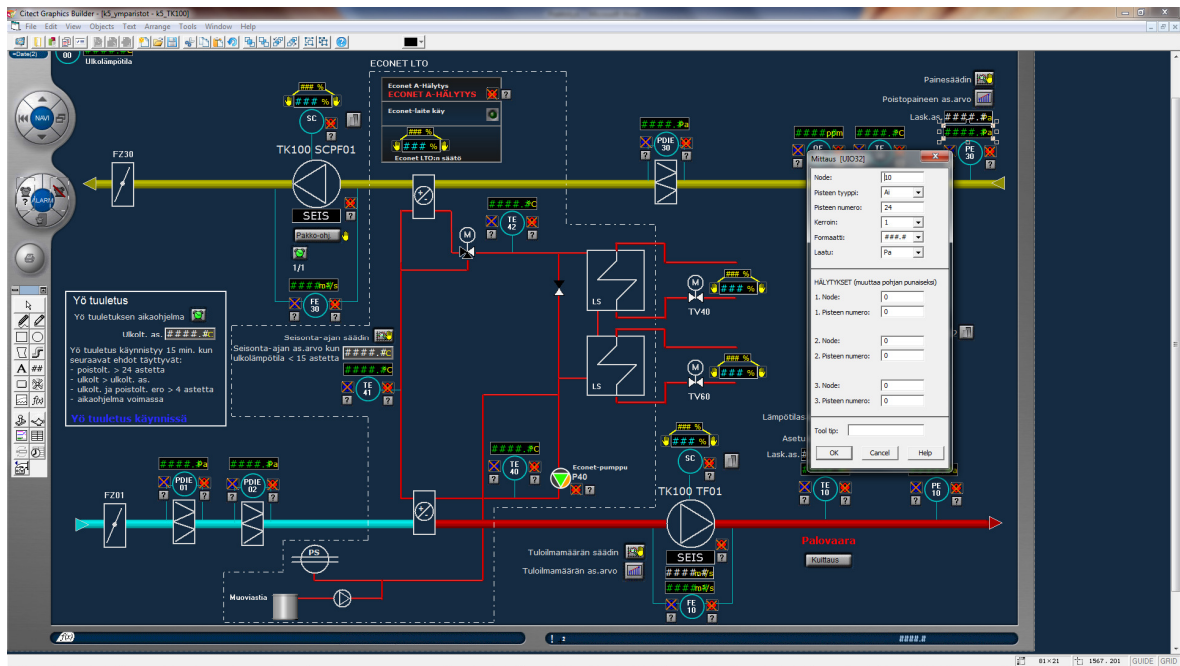
Citect Project Editorissa (kuva 4) nähdään kaikki projektiin tehdyt määrittymiset, kuten I/O-serverit ja käytettävät tietoliikenneportit (3).



KUVA 4. Näkymä Citect Project Editorista

Citect Project Editorissa voidaan myös määritellä kaikki siellä nähtävät asiat, mutta määrittelyt on helpompi tehdä config-tiedoston avulla, koska silloin tulee määriteltä kaikki parametrit kerralla. Citect-ohjelmisto hakee configiin tehdyt muutokset automaattisesti. Tämän jälkeen ne tulevat näkymään Citect Project Editorissa. Kuvassa 4 on näkymä Citect Project Editorista, jossa on auki I/O-Server-välilehti. (3.)

Citect Graphics Builderilla (kuva 5) piirretään järjestelmän grafiikkakuvat, joilla havainnollistetaan ja ohjataan prosessia.




KUVA 5. Näkymä Citect Graphics Builderista

Kuvassa 5 on tuloilmakoneen TK100 valmis grafiikkakuva. Grafiikkakuvaa piirrettäessä linkitetään kuvaan kaikki siihen kuuluvat kenttälaitteet, jolloin esimerkiksi lämpötila-anturin mittaustieto päivittyy näytölle, kun valvomo on käynnissä ja yhteys alakeskukseen luotu. Kuvassa 5 on myös nähtävissä ikkuna, johon lämpötila-anturin määrittäykset tehdään. Ikkunaan määritellään mm. UIO-säätimen numero, kytkentäpiste sekä mittapisteen tyyppi. Lisäksi siihen voidaan määritellä hälytyspisteet. Hälytyspisteen hälyttäessä muuttuu mittauksen pohja grafiikkakuvassa punaiseksi. Näin hälyttävä mittauspiste löydetään helpommin grafiikkakuvasta. (3.)

Config-tiedosto on Excelliin tehty tiedosto, johon kaikki projektin määrittäykset tehdään. Tiedosto sisältää useita eri välilehtiä, joihin erityyppiset määrittäykset tehdään. Kuvassa 6 on näkymä Verkot-välilehdeltä, johon on määritetty mm. I/O-serverin yhteysasetukset.

UIO32 2

	VAK	2.1	Tunnus	node10	<div>S=skaala 1=0-100 3=0-2000 5=0-500 7=0-200 9=-15 -5 11=0-6 2=-50-50 4=0-10 6=0-1000 8=0-50 10=0-600 T=Trendi 1= kyllä -1= käänteinen (100-arvo) PL= Parametrilistaus 1,2,...= suodatuskoodi</div>	IO= lotyyppi		2=Ni1000	5=
	NODE NRO	10	Alue	Kasarm		0=raaka arvo		3=NTC10k	6=
	LAITE	UIO32_2	Verkko	K5_CWS		1=Pt1000		4=0-20mA	7=
	KOHDE	POP ELY KS							
PVM		PROJ NRO	122950063.A.AU						
TEKIJÄ									

PISTE TYPE	Laite	Tunnus	TEKSTI SELITE	U	S	T	IO	PL	RK	Skaala - IOtyyppi	Nro	TYPE	Laite	Tunnus		
Kortti 1																
1	Di	TK100	SCTF1	Tulolämpöpuhaltime TM ind						Di indikointi	1	H	TK100	SCTF1		
2	Di	TK100	SCPF1	Poistolämpöpuhaltime TM ind						Di indikointi	2	H	TK100	SCPF1		
3										Pt1000	3	H	TK100	SCTF1		
4	AO	TK100	EC	Tulolämpö määrätieto				6	1	6	0-1000 0-10 V	4	H	TK100	SCPF1	
5	Di	TK100	SC50	Econet-pumpun tilatieto						Di indikointi	5	H	TK100	SC50		
6	Di	TK100	KS20	Lisäakapainike						Di indikointi	6	H				
7	Di	TK100	SCTF1	Tulolämpöpuhaltime TM hääl						Di Hälytys	7	H	TK100	PDE02		
8	Di	TK100	SCPF1	Pistolämpöpuhaltime TM hääl						Di Hälytys	8	H	TK100	PDE01		
1	DO	TK100	SCTF1	Tulolämpöpuhaltime TM Ohjauk					1			9	H	TK100	PDE30	
2	DO	TK100	SCPF1	Poistolämpöpuhaltime TM Ohjauk					1			10	H	TK100	PE10	
3	DO	TK100	FG01	Tulolämpölin ohjauk					1			11	H	TK100	PE30	
4	DO	TK100	FG30	Poistolämpölin ohjauk					1			12	H			
Kortti 2																
kirjoita tähän 0, jos kortti ei ole massassa																
											13	H	TK100	PE40		

KUVA 8. Näkymä UIO:n välilehdeeltä

4.2 Kiinteistön valvonta-alakeskus

Kiinteistön valvonta-alakeskus (VAK, kuva 9) on keskus, johon kaikki järjestelmän mittaustiedot, ohjaukset ja muut automaatiojärjestelmän laitteet kytketään.

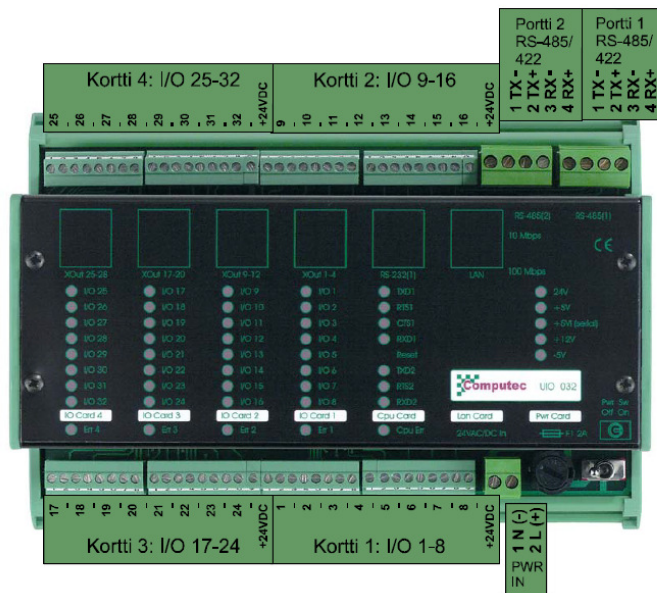


KUVA 9. Valvonta-alakeskus

Kohteen VAK:t sisältävät mm. UIO-säätimiä, MRE -ohjausmoduuleita, CWS -väylä- ja jännitemuuntimia.

4.2.1 UIO 032

UIO 032 on Caverion Suomi Oy:n suunnittelema säädin, johon kytketään järjestelmän tulot ja lähdöt (kuva 10).



KUVA 10. UIO 032 -säädin (4.)

UIO -säädin koostuu irrotettavista I/O-korteista, CPU-kortista, jännitekortista ja emokortista, johon kaikki muut kortit liitetään. I/O-kortteja voidaan yhdelle emokortille asentaa neljä kappaletta. Lisäksi jokaiseen I/O-korttiin voidaan lisätä RJ45-liittimen kautta neljä DO-ohjauspistettä. I/O-kortin pistetyyppi voidaan määritellä tarpeen mukaan joko tuloksi tai lähdöksi. Yhdelle UIO:lle voidaan siis maksimissaan kytkeä 32 mittauspistettä ja 16 DO-ohjauspistettä. (4.)

CPU-kortin dippikytkimillä määritellään kaikki väyläliityntään tarvittavat määrittymiset, kuten Modbus-osoite, sarjaportin tiedonsiirtonopeus ja käytettävä portti. Tälle kortille tallennetaan kaikki järjestelmässä käytetyt ohjelmat. Tässä kohteessa CPU-korttia käytetään järjestelmän älynä, johon kaikki tieto tallennetaan. (4.)

4.2.2 MRE

MRE on moduuli, johon kaikki järjestelmän DO-ohjaukset kytketään. MRE kytkeytyy muuhun järjestelmään UIO 032 -säätimeen kautta, RJ45-kaapelilla. Moduuli kestää 230 V:n jännitteen.

4.3 CWS 06 IODS

CWS 06 IODS (kuva 11) (ComWebStation) on hajautettu webserver-palvelin ja säätökeskus.



KUVA 11. CWS (5.)

CWS:ää voi hallita joko Pyramid-valvomo-ohjelmistolla tai internetselaimella. CWS:n avulla alakeskus voidaan yhdistää osaksi isompaa kokonaisuutta TCP/IP-protokollaa käyttäen. CWS voi toimia säätökeskuksena, jonne kaikki ohjelmat tallennetaan, tai se voi toimia pelkästään Modbus TCP/UDP- tai Modbus TCP/RTU -reitittimenä. Tässä kohteessa CWS:ää käytetään Modbus TCP/RTU -reitittimenä. (5.)

5 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TIEDONSIIRTO

Kohteen tiedonsiirtoväylä yhdistää eri alakeskukset ja valvomo-PC:n toisiinsa. Käytetty tiedonsiirtoprotokolla kohteessa on Modbus ja fyysisenä väylänä RS485.

Modbus on vuonna 1979 julkaistu tiedonsiirtoprotokollaperhe. Modbus on alun perin suunniteltu ohjelmoitavien logiikoiden toisiinsa liittämiseen ja se perustuu avoimeen arkkitehtuuriin. Nykypäivänä Modbus-protokollaa käytetään laajalti eri teollisuuden sovelluksissa sekä rakennusautomaatiossa yhdistämään eri laitteet yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi. Modbus soveltuu pitkien välimatkojen tiedonsiirtoon. Modbus käsittää kolme eri versiota, joita ovat Modbus ASCII, Modbus RTU ja Modbus TCP/IP. Modbus ASCII:ssa tieto lähetetään heksadesimaalisten merkkien avulla kun taas Modbus RTU:ssa tieto lähetetään binäärikoodina. Modbus ASCII:ta ja Modbus RTU:ta käytetään yleensä sarjaväylien kanssa ja Modbus TCP/IP:tä Ethernet-liitännöissä. Tässä kappaleessa luvussa hieman tarkemmin Modbus RTU:n toimintaa. (2.)

Modbus RTU:n viestin lähetys tapahtuu 8-bittisinä tavuina. Kuvassa 12 on Modbus-viestin perusrakenne. (2.)

Osoite	Toiminto	Data	Tarkistus-summa
1 tavu	1 tavu	max 250 tavua	2 tavua

KUVA 12. Modbus-viestin perusrakenne

Viestin data voi olla maksimissaan 250 tavua. Data-kenttä sisältää lisäksi lisätietoja toiminto-kentän dataan. Tarkistussummakenttä muodostuu yhdestä tavusta. Tiedonsiirto perustuu isäntä-orja-tiedonvälitykseen, jossa isäntä lähettää haluamalleen orjalaitteelle käskyn ja tämä toteuttaa sen. Orjalaitteita voi olla

yhdellä isännällä 247 kappaletta. Modbus-tietoliikenne perustuu funktioihin, joita ovat esimerkiksi rekisterien kirjoittamis- ja lukufunktiot. Isäntälaitte lähettää halutun funktiokoodin ja sen parametrit, kuten kirjoittamisen alkuosoitteen, kirjoitettavien sanojen määrän sekä kirjoitettavan tiedon. Saatuaan viestin orjalaite lähettää vastaussanoman, joka sisältää funktiokoodin, mahdollisen palautettavan datan sekä orjalaitteen osoitteen ja lähetettävästä paketista lasketun tarkistussumman. (2.)

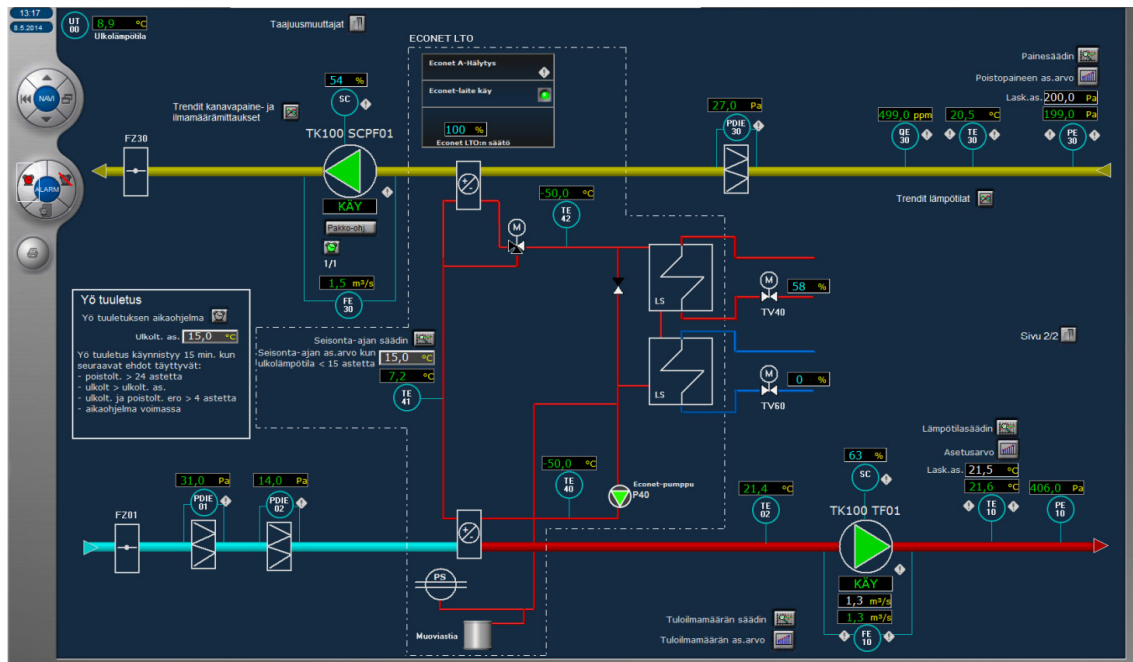
6 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

Luvussa käydään läpi kohteeseen tulevat uudet laitekokonaisuudet ja informatiiviset mittaukset. Luvussa on kerrottu, kuinka eri laitekokonaisuudet yhdistetään automaatiojärjestelmään ja kuinka ne toimivat. Työhön kuului myös näiden laitteiden toiminnan ohjelmointi automaatiojärjestelmään ja käyttöönotto, mutta tätä osa-aluetta ei käydä läpi ohjelmoinnin kannalta lukuun ottamatta huonesäätimä, taajuusmuuttajia ja sähkömittareita, joiden käyttöönotto ja ohjelmointi on esitetty luvussa 6.

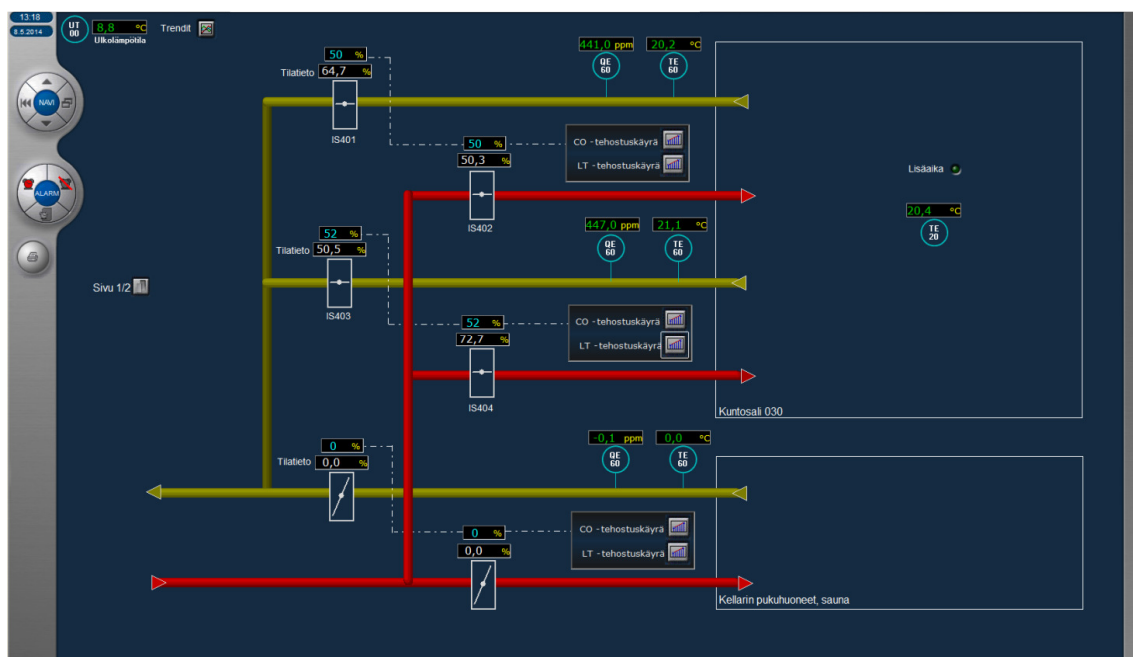
6.1 Tuloilmakone TK100

Tuloilmakone TK100 on toinen uusista koneista. Koneen valmistaja on Fläkt Woods Oy. Koneen toimitukseen automaation kannalta sisältyvät tulo- ja poistopuhaltimet ja niiden taajuusmuuttajat, Econet-lämmöntalteenottojärjestelmä sekä puhaltimien virtausmittaukset. Muut toimilaitteet, kuten lämpötila-, kanavapaine ja hiilidioksidianturit, kuuluivat Caverion Suomi Oy:n toimitettavaksi, poistelukien ilmapuhaltimien virtausmittaukset, jotka kuuluivat ilmastointiurakoitsijan toimitettavaksi. Fyysisesti kone sijaitsee 4. krs:n konehuoneessa. Tämän koneen vaikutusalueena on kellarikerroksen kuntosali, sauna- ja pukuhuonetilat sekä eri kerroksien wc-tiloja. Tämän koneen kaikki toimilaitteet kytketään VAK 2.1:een.

Koneen käyntiä ohjataan automaatiojärjestelmästä. Kone saa käyntiluvan aikaohjelmasta, lisäaikapainikkeesta tai käyttöliittymän pakkokäynnistyspainikkeesta. Lisäaikapainike sijaitsee kellarikerroksen kuntosalissa. Koneen käyttöliittymän grafiikkakuvat on esitetty kuvissa 13 ja 14.



KUVA 13. TK100:n grafiikkakuva sivu 1/2



KUVA 14. TK100:n grafiikkakuva sivu 2/2

Ilmastointikoneen normaalikäytön pysäyttäviä tekijöitä ovat mm.

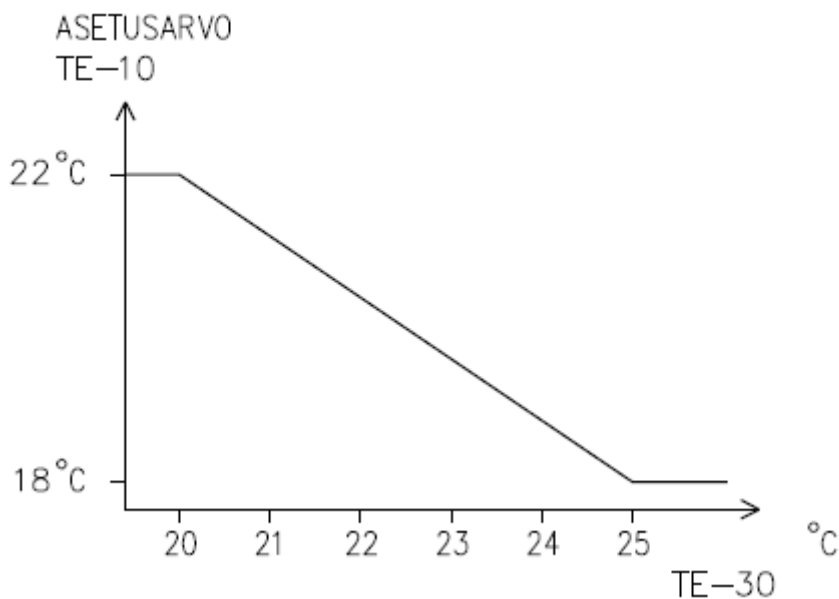
- Econet-säätimeltä tuleva A-hälytys

- ilmanvaihdon hätäseis-kytkin
- IV-verkoston pumpun pyörimättömyys, mikäli ulkolämpötila on alle 3 °C
- IV-verkoston paineen alarajahälytys tai IV-verkoston menoveden lämpötilan alarajan päälläolo yli 5 minuuttia
- puhaltimien ristiriitahälytykset.

Järjestelmästä saadaan lisäksi hälytyksiä, jotka eivät pysäytä konetta. Näitä hälytyksiä ovat mm. tulo- ja poistoilman lämpötilan ylä- ja alarajahälytykset sekä suodatinvahtien ylärajahälytykset.

6.1.1 Tuloilman lämpötilan säätö

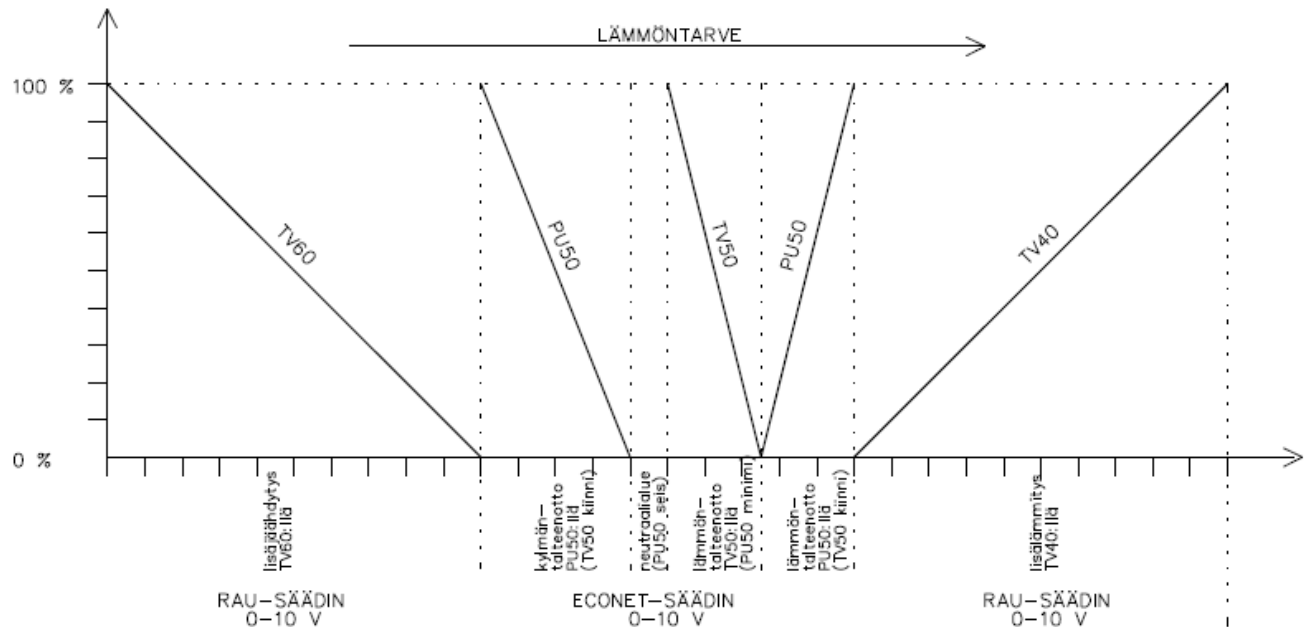
Tuloilman lämpötilansäätö toteutetaan automaatiojärjestelmän säätimen avulla, joka saa asetusarvonsa poistoilman lämpötilan mukaan. Tätä asetusarvoa voidaan muuttaa valvomo-PC:n grafiikalta. Kuvassa 15 on esitetty poistoilman lämpötilan vaikutus tuloilman lämpötilan asetusarvoon.



KUVA 15. Poistoilman lämpötilan vaikutus tuloilman asetusarvoon

Automaatiojärjestelmän säädin toimii kolmessa portaassa siten, että haluttu asetusarvo saavutetaan lämpötila-anturin TE10 kohdalla. Ensimmäisessä por-

taassa toimii jäähdytysventtiili TV60, toisessa portaassa Econet-lämmöntalteenottojärjestelmä ja kolmannessa portaassa lämmitysventtiili TV40. Kuvassa 16 on esitetty lämmityksen säätöportaat.

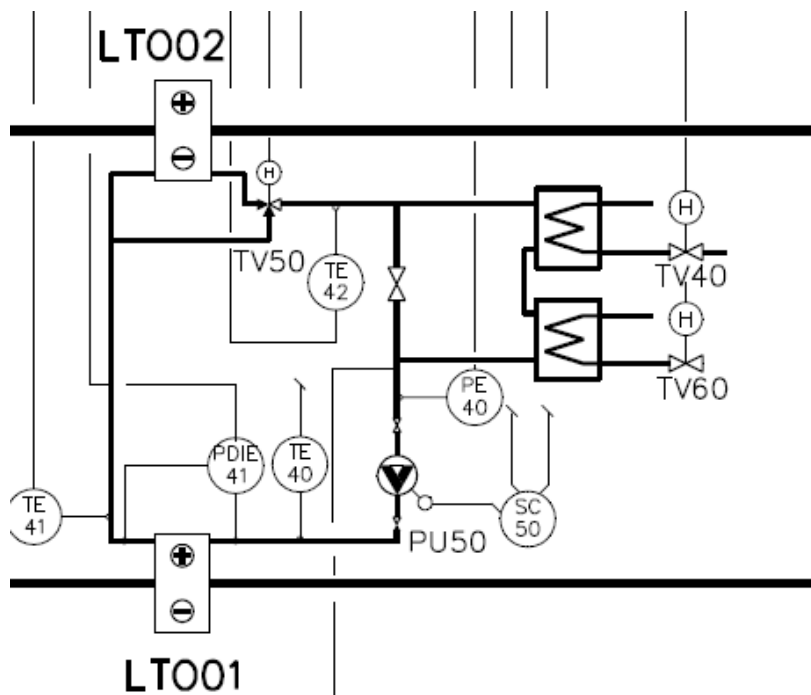


KUVA 16. Lämmityksen säätöportaat

Econet-lämmöntalteenottojärjestelmä

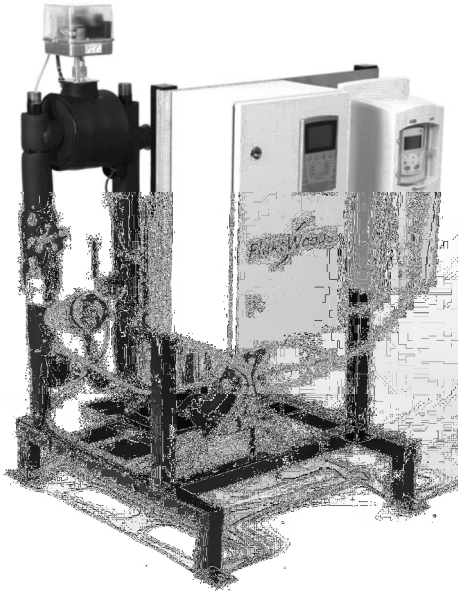
Econet-lämmöntalteenottojärjestelmä eroaa perinteisestä talteenottojärjestelmästä siten, että siinä on yhdistetty lämmitys, jäähdytys ja lämmöntalteenotto samaan putkipiiriin, jolloin tulo- ja poistoilmakanavassa ei tarvita kuin yksi lämmönsiirrin. Tällä tavoin toteutettuna IV-koneen kokonaismitta lyhenee ja kokonaispainehäviö pienenee, koska erillisiä jäähdytys- ja lämmityspattereita ei tarvita. Samalla kiertovesipumppujen, putkijärjestelmien ja venttiilien lukumäärä vähenee ja näin järjestelmästä tulee yksinkertaisempi. Prosessista riippuen Econet-lämmöntalteenoton talteenottoaste voi parhaimmillaan olla 70 %. Perinteisessä järjestelmässä lämmitys- ja jäähdytyspatterit sekä lämmöntalteenotto on omia toiminnallisia kokonaisuuksiaan. (6.)

Putkipiirissä kulkee glykolineste, joka kuljettaa jäähdytystilanteessa kylmän nesteen tuloilmakanavan patterille, josta kylmä siirtyy nesteen välityksellä tuloilmaan. Vastaavasti lämmitystilanteessa lämmin glykolineste siirretään tuloilmakanavan patterille, josta lämpö siirtyy tuloilmaan. Kuvassa 17 on Econetin kytkentäkaavio, jossa TV40 on lämmitysventtiili, TV60 jäähdytysventtiili, TV50 ohiusventtiili, LTO01 tuloilmakanavan patteri, LTO02 poistoilmakanavan patteri, TE40-TE42 lämpötila-antureita, PE40 verkoston paineanturi ja PU50 pumppu.



KUVA 17. Econetin kytkentäkaavio

Econet-järjestelmä sisältää oman säätimen (kuva 18), joka yhdessä rakennusautomaatiojärjestelmän kanssa huolehtii viidestä eri päätoiminnosta, joita ovat lämmöntalteenotto, kylmätalteenotto, lämmöntalteenotto ja lisälämmitys, kylmätalteenotto ja jäähdytys sekä seisonta-ajansäätö.



KUVA 18. Econet-lämmöntalteenottoyksikön säädin (7.)

Kuvassa 17 näkyvät mittaukset ja säädöt kytketään Econet-säätimelle lukuun ottamatta venttiilejä TV40 ja TV60, jotka kytketään suoraan automaatiojärjestelmään. Econet-säätimeltä saadaan lämpötilamittaukset TE40-TE42 0–10 V AI-jännitemittauksena ja pumpun tilatieto DI-tietona automaatiojärjestelmään. Lisäksi automaatiojärjestelmästä annetaan Econet-säätimelle kolme DO-ohjausta ja yksi AO 0–10 V:n säätöviesti. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi, miten päätoiminnot toimivat ja mitä ohjauksia ja säätöjä Econet-säädin tarvitsee automaatiojärjestelmältä toimiakseen.

Kylmäntalteenotto

Kylmäntalteenotolla tarkoitetaan sitä, että poistoilmasta johdetaan viileys nesteen välityksellä tuloilmaan. Kylmäntalteenotto käynnistetään, kun poistoilma on 5 °C kylmempää kuin ulkoilma ja jäähdytyksen säätöviesti on suurempi kuin 1 %. Lämpötilavertailu tehdään automaatiojärjestelmässä ja tämä tieto viedään Econet-säätimelle DO-ohjauksena, jolloin Econet-säädin säätää putkistossa kulkevan virtauksen sopivaksi ja sulkee ohitusventtiilin TV50 (kuva 17). Kun ohitusventtiili sulkeutuu, pakotetaan neste kiertämään poistokanavassa olevan patterin läpi, josta neste jatkaa matkaansa tuloilmakanavassa olevaan patteriin.

Tällöin ilman kylmyys siirtyy tuloilmaan. Kylmätalteenoton ollessa käynnissä tulee lämmityssäätimen lämmöntalteenoton säätöviestin olla 0 %. (6.)

Kylmätalteenotto ja jäähdytys

Kun pelkkä kylmätalteenotto ei riitä tai sitä ei ole mahdollisuus käyttää, otetaan käyttöön jäähdytysominaisuus. Jäähdytysventtiiliä TV60 (kuva 17) ohjataan automaatiojärjestelmästä 0–10 V:n säätöviestillä, jonka lähtö on invertoitu. Tämä on lämmityssäätimen ensimmäinen porras. Kun venttiili TV60 avautuu, pääsee vaihtimen välityksellä Econet putkipiiriin neste kylmenemään, joka jäähdyttää tuloilman. Kun automaatiojärjestelmän jäähdytyksen säätöviesti on suurempi kuin 1 %, Econet-säätimelle annetaan jäähdytyskäsky DO-ohjauksena, jolloin säädin ohjaa putkistossa virtaavan nesteen virtauksen sopivaksi. Mikäli kylmätalteenotto ei ole käynnissä, avautuu ohitusventtiili TV50, jotta ei turhaan jäähdytetä poistoilmaa. (6.)

Lämmöntalteenotto

Lämmöntalteenotolla tarkoitetaan sitä, että poistoilmasta siirretään nesteen välityksellä lämpöä tuloilmaan. Lämmöntalteenotto käynnistyy, kun automaatiojärjestelmän lämmityssäädin käynnistää lämmöntalteenotto portaansa eli lämmityssäätimen toisen portaan. Automaatiojärjestelmän lämmityssäädin antaa Econet-säätimelle 0–10 V:n portaattoman ohjausviestin. 0 V tarkoittaa, ettei lämmöntalteenottoa tarvita ja 10 V:a, että lämmöntalteenotto tulee olla täysillä. Kun lämmöntalteenotto on käynnissä, Econet-säädin sulkee venttiilin TV50 (kuva 17) ja säätää putkiston nestevirtauksen optimaaliselle tasolle. (6.)

Lämmöntalteenotto ja lämmitys

Kun pelkkä lämmöntalteenotto ei riitä, otetaan lisäksi käyttöön automaatiojärjestelmän lämmityssäätimen kolmas porras eli lämmitysporras. Lämmitysporras ohjaa venttiiliä 0–10 V:n säätöviestillä. Kolmas porras ohjaa venttiiliä TV40 (kuva 17). Kun venttiili avautuu, pääsee vaihtimen kautta Econetin nestevirta lämpenemään ja tämä lämmittää tuloilman. (6.)

Econet-säädin tarvitsee toimiakseen käyntiluvan, jonka se saa automaatiojärjestelmästä, kun IV-kone käynnistyy. (6)

Seisonta-ajan säätö

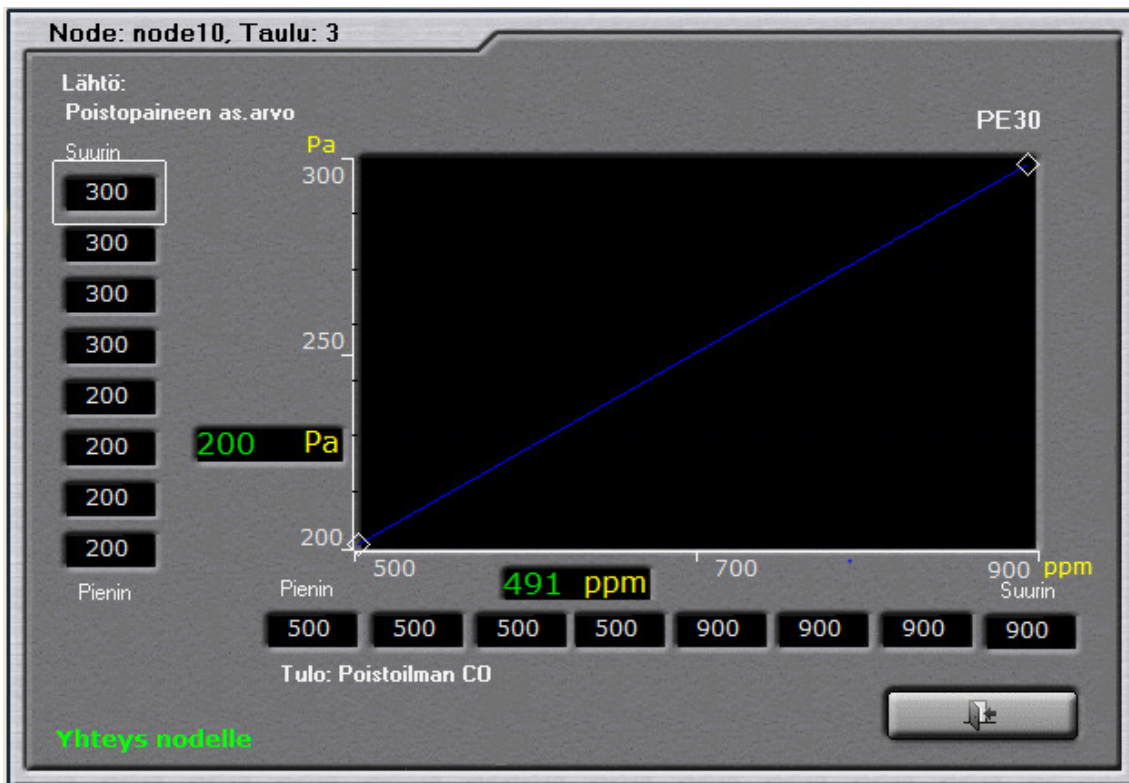
IV-koneen ollessa pysähtyneenä huolehtii Econet-säädin, ettei anturin TE41 kohdalla nesteen lämpötila pääse laskemaan alle 16 °C:n. Mikäli näin tapahtuu, käynnistää Econet-säädin pumpun PU50 vakionopeudelle, kunnes lämpötila nousee yli 17 °C:n. Jos lämpötila laskee pumpun käynnistyksestä huolimatta alle 13 °C:n ulkolämpötilan ollessa alle 17 °C:n, alkaa automaatiojärjestelmä ohjaamaan lämmitysventtiiliä TV40 siten, että nesteen lämpötila pysyy asetusarvossaan 13 °C:ssa (arvo muutettavissa grafiikalta). (6.)

Muut Econet-säätimen varotoiminnot

Kuten normaalisti IV-koneissa, tässä koneessa ei ole erillistä jäätymissuojatermostaattia, vaan Econet-säädin huolehtii, etteivät Econet-lämmöntalteenottojärjestelmän lämmönsiirtimet pääse jäätymään. Mikäli vaihtimille menevän veden lämpötila laskee alle 6 °C:n, nostaa Econet-säädin putkiston virtauksen optimaalisen tason yläpuolelle. Mikäli veden lämpötila laskee alle 2 °C:n, antaa Econet-säädin automaatiojärjestelmälle A-hälytyksen, jolloin koneet pysäytetään. Säädin antaa A-hälytyksen myös silloin, kun piirin pumpun PU50 ohjaus on ristiriidassa indikoinnin kanssa tai kun on huurteenmuodostumisvaara. Huurteenmuodostumisvaara on silloin, kun nesteen lämpötila on anturin TE42 kohdalla n. –10 °C (arvo muutettavissa säätimeltä). (6.)

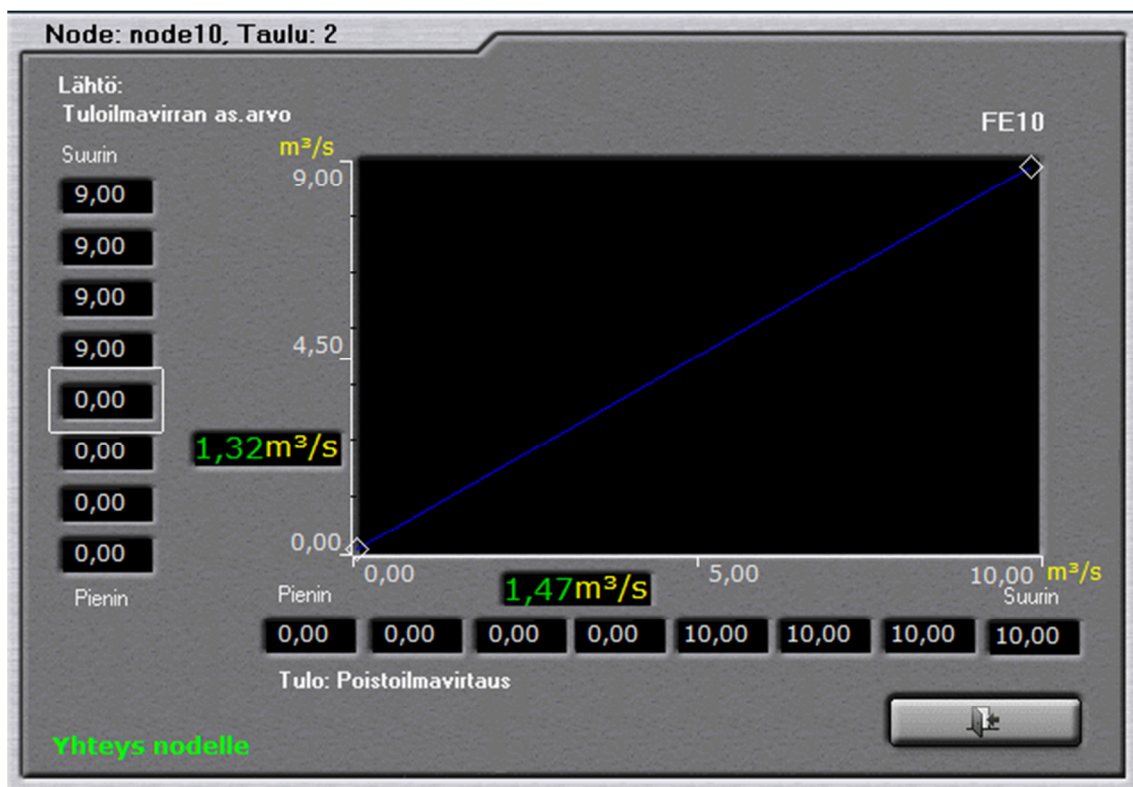
6.1.2 Ilmamäärän säätö

Tulo- ja poistopuhaltimen pyörimisnopeutta säädetään taajuusmuuttajilla automaatiojärjestelmästä. Automaatiojärjestelmässä on tulo- ja poistopuhaltimille omat säätimensä. Poistopuhallinta ohjataan kanavapaine-eron PE30 mukaan. Poistokanavan paine-eron säädin saa asetusarvonsa hiilidioksidimittauksen perusteella. Kuvassa 19 on hiilidioksidimittauksen vaikutus kanavapaineen asetusarvoon.



KUVA 19. Hiilidioksidin vaikutus poistokanavapaineen asetusarvoon

Tuloilmapuhallinta ohjataan ilmamäärämittauksen FE10 mukaan. Tulopuhaltimen säädin saa asetusarvonsa poistoilmamäärän FE30 mukaan (kuva 20). Näin tehtäessä tulon ja poiston ilmamäärien suhde pysyy vakiona ja tällöin myös koko rakennuksen painesuhde pysyy lähempänä määritettyä arvoa.



KUVA 20. Poistoilmamäärän vaikutus tuloilmamäärään.

Tulo- ja poistopuhaltimen taajuusmuuttajia ohjataan perinteisellä tyyllillä eli ohjaus DO, tilatieto DI, hälytys DI ja säätö AO kytketään taajuusmuuttajille erillisiä johtimia pitkin. Lisäksi taajuusmuuttajat yhdistetään Modbus-väylällä automaatiojärjestelmään. Taajuusmuuttajista on tarkoitus siirtää väylän kautta lisäinformaatiota kuten pyörimisnopeus, jännite ym. automaatiojärjestelmään. Taajuusmuuttajien liittäminen väylään on esitetty tarkemmin luvussa 6.2.

IMS-Ilmavirtasäädin

Lisäksi ilmastointikoneessa on kuusi ilmavirtasäädintä. Ilmavirtaäätimillä säädetään tilakohtaisesti oikea ilmavirta tilaan. Kiinteistössä käytettävät ilmavirtasäätimet ovat Sweconin valmistamat ja mallia React (kuva 21).



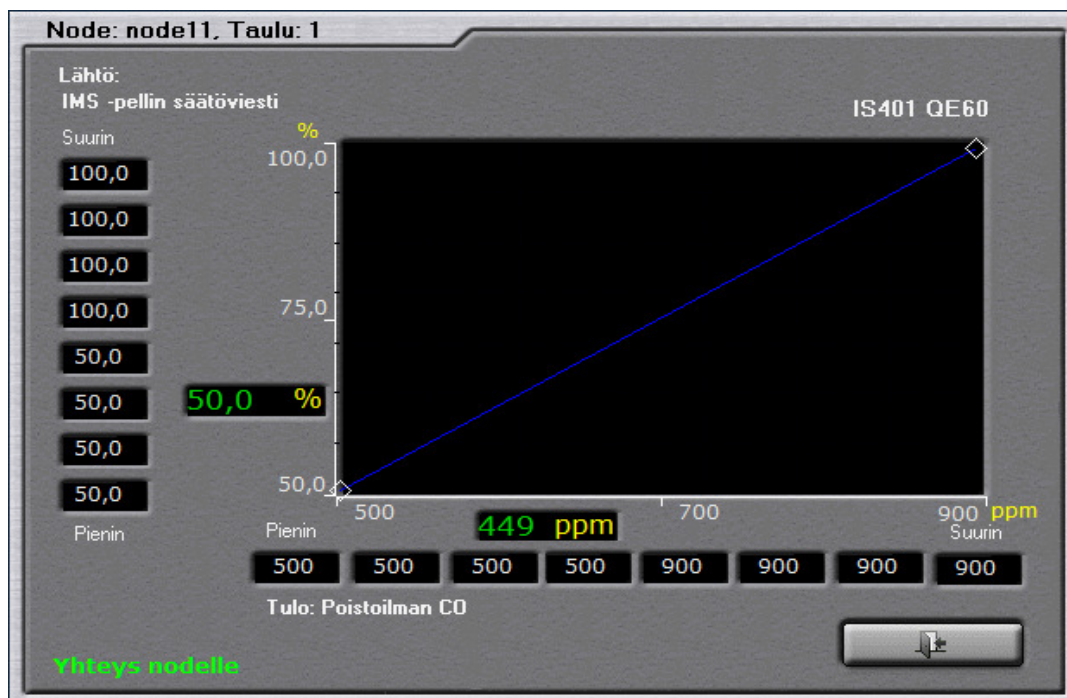
KUVA 21. Swecon React-ilmavirransäädin (8.)

Ilmavirtasäädin koostuu säädinyksiköstä, mittaletkuista ja säätöpelistä. Kohteen ilmavirtasäätimillä säädetään tulo- ja poistoilman määrää poistoilman hiilidioksi- di- ja lämpötilamittauksen perusteella. Säädintä ohjataan 0–10 V:n jänniteviestillä. Lisäksi säätimeltä saadaan takaisinkytkentätieto pellin asennosta 0–10 V:n jänniteviestillä. (8.)

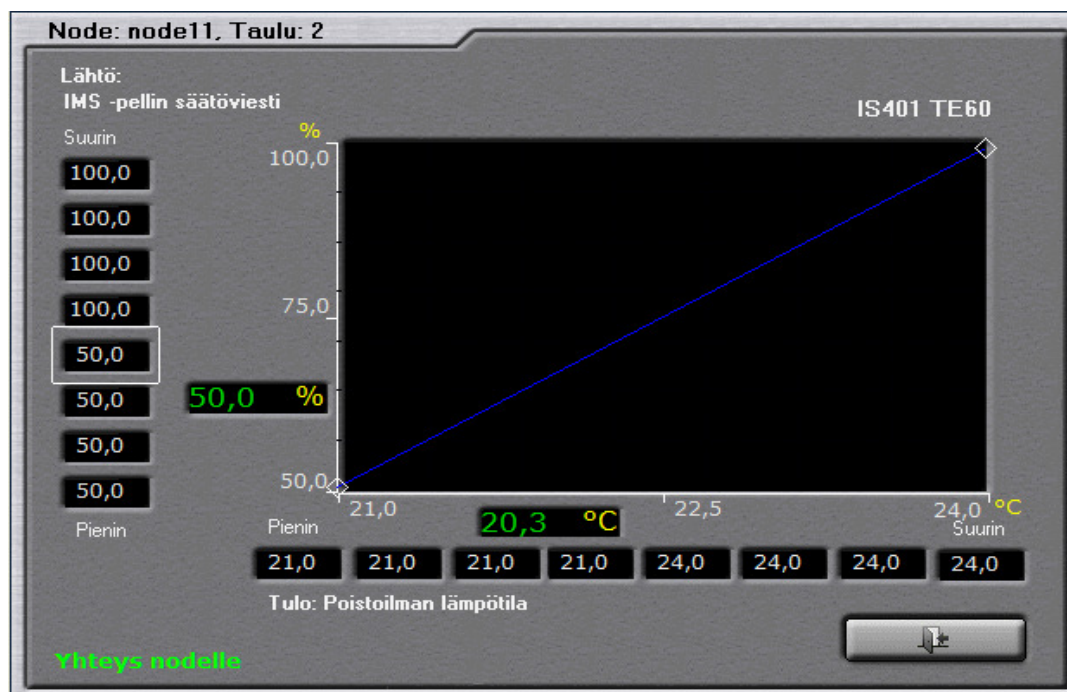
Ilmavirtasäätimillä voidaan säästää energiaa, koska jos tilassa ei ole käyttäjiä tai ilman laatu on hyvä, ei tilaan viedä turhaan ilmaa. Vasta kun huoneen poistoilman lämpötila tai hiilidioksidimäärä kasvaa, lisätään tulo- ja poistoilman ilmavirtausta. Samalla saadaan myös pienennettyä tulo- ja poistopuhaltimien pyörimisnopeutta, koska paine poistoilmakanavassa kasvaa kun ilmavirtasäätimet menevät minimi-asentoon.

Ilmavirtasäätimet toimivat siten, että kun automaatiojärjestelmän poistoilman lämpötila- ja hiilidioksidimäärä on asetusarvossaan, pysyy ilmavirtasäätimen lähtö minimi-asennossa eli automaatiojärjestelmästä annetaan 5 V:n ohjausviesti, jolloin pelti on puolella välissä. Kun lämpötila tai hiilidioksidimäärä kasvaa, alkaa automaatiojärjestelmä kasvattamaan ilmavirtasäätimen ohjausviestiä, jolloin ilmavirtasäädin avaa peltiä minimiasennosta. Hiilidioksidipitoisuuden vaikutus ilmavirtasäätimen asentoon on esitetty kuvassa 22 ja lämpötilan vaikutus ilmavirtasäätimen asentoon kuvassa 23. Ohjelmallisesti valitaan suurempi

ohjausviesti, joka lähetetään ilmastuslaitteelle. Kuvassa 14 (s.22) on ilmastuslaitteiden käyttöliittymän grafiikkakuva valvomo-PC:stä.



KUVA 22. Hiilidioksidimittauksen vaikutus IMS-peltiin



KUVA 23. Lämpötilamittauksen vaikutus IMS-peltiin

6.1.3 Yötuuletus

Ilmastointikoneen ohjelmaan on lisäksi tehty ns. yötuuletustoiminto. Tämä toiminto mahdollistaa kiinteistön tuulettamisen kesäisin yöaikaan, jolloin ulkolämpötila on normaalisti matalampi kuin sisälämpötila. Yöllä jäähdytettäessä ei kuluteta energiaa jäähdyttämiseen, vaan viileä ilma otetaan suoraan ulkoa. Tällä toiminnolla säästetään energiaa. (9.)

Yötuuletustoimintoa ohjataan automaatiojärjestelmästä käsin. Yötuuletus käynnistyy 15 minuutiksi, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- ulkolämpötila on suurempi kuin asetettu raja-arvo
- poistoilman lämpötila on yli 24 °C
- poistoilman lämpötila on 4 °C suurempi kuin ulkoilma
- yötuuletuksen aikaohjelma on voimassa.

Yötuuletus pysäytetään, kun jokin seuraavista ehdoista täyttyy:

- poistoilman lämpötila on alle 22 °C
- ulko- ja poistoilman lämpötila ero on pienentynyt 2 °C:seen
- ilmastointikone käynnistyy poistopuhaltimen aikaohjelmalla.

Yötuuletuksen ajaksi lukitaan jäähdytys- ja lämmitysventtiili sekä lämmöntalteenotto kiinni-asentoon, koska jos näin ei tehtäisi, menettäisi yötuuletus energiansäästöominaisuutensa.

6.2 Tuloilmakone TK101

Toiseksi uudeksi koneeksi tulee ns. pakettikone, jossa on kaikki toimilaitteet valmiina. Kone on Swegonin valmistama, tarkemmalta malliltaan Swegon Casa W130 (kuva 24).

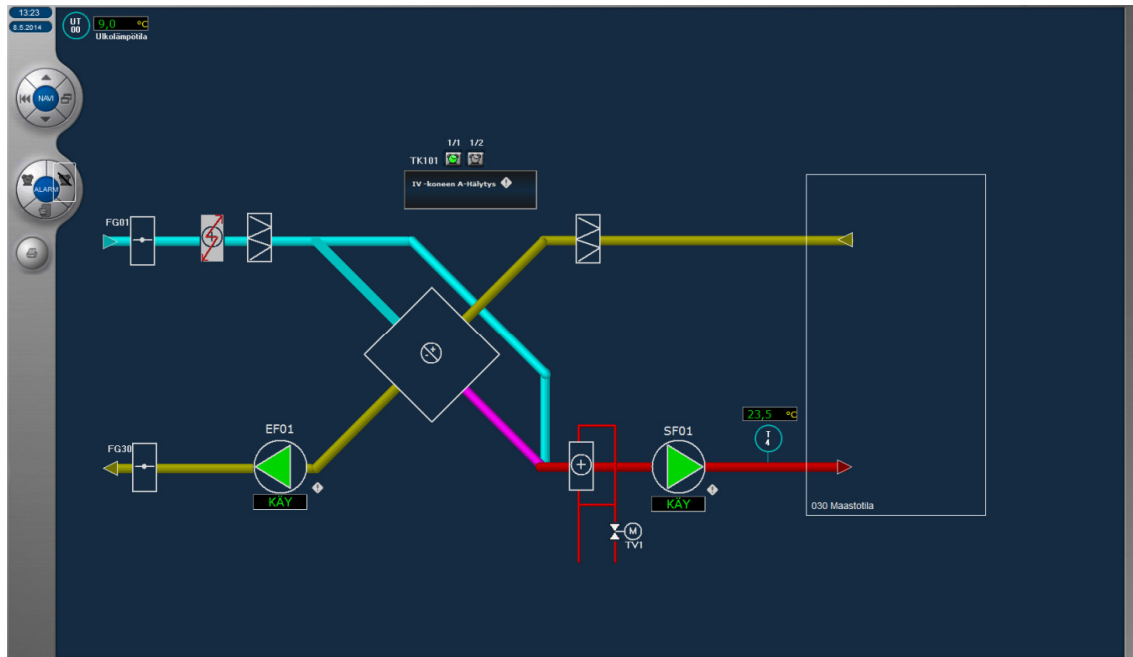


KUVA 24. Swegon Casa w130 (10.)

Ilmastointikone säättää itse kaikki lämpötilaohjaukset ja huolehtii varotoiminnoista lukuun ottamatta tulo- ja poistoilmapeltejä, joita ohjataan automaatiojärjestelmästä. Kone lämmittää tuloilmaa yhdellä sähköpatterilla ja nestekiertoisella lämmityspatterilla. Lisäksi koneessa on vastavirtatekniikalla toimiva levylämmönvaihdin. Vaihdin siirtää tarvittaessa poistoilmasta lämpimän ilman tuloilmaan. Ilmastointikone antaa hälytyksen automaatiojärjestelmälle sähköpatterin yllilämmön lauetessa, jäätymissuojan lauetessa tai jonkin muun häiriön tullessa. (10.)

Kone ohjataan käyntiin joko automaatiojärjestelmästä tai koneen mukana tulleen ohjauspaneelin kautta. Automaatiojärjestelmästä annetaan pyörimisnopeuden asetusarvo 0–10 V:n ohjausviestinä. Koneelle viedään lisäksi ilmastointin hätäseis-tieto, jolloin hätäseis-painikkeen ollessa painettuna kone ei saa käynnistyä missään olosuhteissa. Koneelta saadaan informatiiviseksi tiedoksi tuloilman lämpötila ja pyörimisnopeus 0–10 V:n viestinä. Tulo- ja poistoilmapellit ohjataan auki asentoon DO-ohjauksena, kun puhaltimen tilatieto on suurempi kuin 5 %. Tällä varmistetaan peltien avautuminen, kun konetta ohjataan ilmastointikoneen ohjauspaneelistä. Jos peltien ohjausta ei toteutettaisi toteutetulla tavalla, vaan ohjattaisiin esimerkiksi automaatiojärjestelmän aikaohjelmien mukaan, eivät pellit aukeaisi tässä tilanteessa, jolloin poistoilmapuhallin työntäisi ilmaa poistoilmapeltiä vasten ja tuloilmapuhallin yrittäisi saada ilmaa suljetun

tuloilmapellin kautta. Pahimmassa tapauksessa molemmat pellit voisivat rikkoontua. Kuvassa 25 on valvomon grafiikkakuva ilmastointikoneesta.



KUVA 25. Valvomonäkymä TK101:stä

6.3 Huonesäätimet

Kiinteistön toimitiloissa käytetään huone- ja aluekohtaisia huonesäätimiä. Huonesäädin ohjaa yhtä tai useampaa lämmityspatterin- ja jäähdytyspalkin moottoriventtiiliä siten, että haluttu lämpötila tilassa saavutetaan. Lämmityspatterit ovat nestekiertoisia, ja niiden nestevirtausta säädin ohjaa moottoriventtiilin avulla. Lämmityspatterin neste tulee lämmönjakopaketilta. Jäähdytyspalkkeissa kulkee niin ikään neste, jonka virtausta säädin ohjaa venttiilimoottorin avulla. Jäähdytyspalkkeissa kiertävä kylmä neste tulee ilmastointikonehuoneen jäähdytyskoneelta. Jäähdytyspalkit (kuva 26) ovat kattoon asennettavia jäähdytyselementtejä, joiden läpi ilmastointikoneelta tuleva ilma viedään, jolloin ilma jäähtyy palkissa kiertävän kylmän nesteen vaikutuksesta. (11.)



KUVA 26. Jäähdytyspalkki (11.)

Kiinteistössä olleet vanhat huonesäätimet vaihdetaan uusiin, väyläpohjaisiin säätimiin. Vanhojen säätimien lämmityksen ja jäähdytyksen toimintaperiaate on samanlainen kuin uusienkin. Säätimien ero on siinä, että vanhat säätimet eivät olleet kytkettävissä automaatiojärjestelmään, vaan säätimet toimivat itsenäisesti. Ongelmana oli, ettei tiedetty ennen kuin paikan päälle mentäessä, toimivatko säätimet ja venttiilimoottorit oikein. Väylän kautta saadaan uusista säätimistä tuotua automaatiojärjestelmään huoneen lämpötilat, liiketunnistimien tila ja säätimien antamat käskyt moottoreille. Tietojen perusteella voidaan jo valvomo-PC:ltä nähdä, toimivatko säätimet oikein. Mikäli ne eivät toimi, voidaan saatujen tietojen perusteella useimmiten päätellä, missä vika on, ja näin nopeuttaa korjausprosessia.

Lisäksi järjestelmästä nähdään yö- ja päivätilan lämpötilan asetusarvot ja voidaan muuttaa niitä sekä voidaan ohjata venttiilejä manuaalisesti. Vanhoihin säätimiin ei myöskään voinut asettaa erillisiä asetusarvoja yö- ja päivätilaan eikä liiketunnistimia voinut liittää säätimiin. Kaikista automaatiojärjestelmään tuoduista tiedoista tallentuu trendit, joista jälkeenpäin voidaan tarkastella huonesäätimen toimintaa. Tämä omalta osaltaan myös helpottaa vian paikantamista. Uudet huonesäätimet ovat Produalin valmistamia HLS34-mallin säätimiä (kuva 27). (12; 13.)



KUVA 27. Pro dual HLS34 -huonesäädin (13.)

Huonesäätimet yhdistetään toisiinsa ja automaatiojärjestelmään tiedonsiirtoväylää pitkin. Huonesäätimille määritellään yö- ja päivätila automaatiojärjestelmästä aikaohjelman avulla. Yö-tila eroaa päivä-tilasta siten, että yö-tilaan voidaan määritellä oma, päivätilasta poikkeava huonelämpötilan asetusarvo. Lisäksi säätimen ollessa yö-tilassa jäähdytysventtiilin asento lukitaan kiinni-asentoon. Tällä tavoin säätimen toimiessa säästetään energiaa, kun tyhjää tilaa ei turhaan jäähdytetä lisäenergialla, vaan ilmastointikoneen yötuuletustoiminto huolehtii tilojen jäähdyttämisestä öisin. Yö-tilasta palataan takaisin päivätilaan, mikäli tilan liiketunnistin havaitsee liikettä. Säädin pysyy päivätilassa automaatiojärjestelmästä määritellyn ajan. Tämä mahdollistaa myös sen, että säätimiä voidaan pitää koko viikonloppu yö-tilassa. Mikäli viikonloppuna tiloihin tulee työntekijöitä, voidaan tilan säädin kytkeä toimimaan normaalisti. (13.)

Tiloissa, joihin tulee vain yksi huonesäädin, asetusarvo annetaan joko suoraan säätimeltä tai automaatiojärjestelmästä tiedonsiirtoväylää pitkin. Tiloissa, joihin tulee useampi säädin, kuten avokonttoreissa, asetusarvo määritellään yhdelle pääsäätimelle. Tämä pääsäädin jakaa asetusarvon tilan muille säätimille tiedonsiirtoväylää pitkin. Liiketunnistimen tieto kytketään tälle pääsäätimelle, josta se sitten viedään tiedonsiirtoväylää pitkin muille tilan säätimille. Huonesäädinten liittäminen väylään on esitetty luvussa 6.1.

6.4 Ilmamäärämittaukset

Kohteen kaikkiin ilmastointikoneiden kanavistoihin lisätään ilmavirtausmittauksia. Mittauksilla on tarkoitus seurata rakennuksen tulo- ja poistoilman ilmamäärää ja näiden suhdetta. Mikäli suhde ylittää sille asetetun raja-arvon, antaa automaatiojärjestelmä hälytyksen. Rakennuksen paine-eron tulisi ulkoilmaan nähden olla hieman alipaineinen. Ilmamäärämittareita asennetaan tuloilmakone TK3:n neuvottelutilojen runkokanaviin, tuloilmakone TK4:n pohjoissivun toimistotilojen runkokanaviin ja TK100:n alakerran sosiaalitiloja ja kuntosalia palvelevien kanavistojen runkokanaviin. Lisäksi ilmamäärämittareita asennetaan jokaiseen ilmastointikoneeseen tulo- ja poistopuhaltimeen lukuun ottamatta TK101:stä. Tulo- ja poistoilmapuhaltimien mittauksista saadaan ilmastointikoneiden kokonaisilmamäärät. Tuloilmakone TK101:n ja muiden erillispoistojen ilmamäärä otetaan huomioon laskennallisesti rakennuksen kokonaisilmamäärässä.

6.5 Sisäilman ja ulkoilman paine-ero

Kiinteistön paine-eroa ulkokuoren yli mitataan neljällä eri paine-eroanturilla. Anturit on sijoitettu siten, että paine-ero mitataan jokaiselta talon sivulta. Mittauksilla on tarkoitus seurata tuulen vaikutusta paine-eromittauksiin. Yleisesti tähän asti on pidetty epätarkkana mittaustulosta, joka saadaan yhdestä mittauspisteestä, koska ei ole tarkkaan tiedetty, miten tuuli vaikuttaa tulokseen, eikä näin ollen ole voitu liittää mittausta ilmastointikoneiden ilmamääräsaattoon. Jos luotettava mittausta saadaan aikaan, olisi rakennusten paine-ero ulkoilmaan nähden helppo pitää oikeana. Nämä mittaukset ovat työn alla vasta 2. vaiheessa, joten tähän työhön lopputulokset eivät ennätä.

6.6 Olosuhdemittaukset

Kerrosten avokonttoreihin asennetaan olosuhdeanturit. Anturit ovat Thermokodin valmistamia (kuva 28).



KUVA 28. Olosuhdeanturi (14.)

Anturit mittaavat huoneilman laatua. Anturi havaitsee palavien kaasujen ja hajujen, kuten tupakansavun, vedyn, hiilimonoksidin, etanolin ja ammoniakin, pitoisuudet huonetilasta. Anturi lähettää mittaustuloksen 0–10 V:n viestillä. 0 V tarkoittaa huoneilman olevan puhdasta, kun taas 10 V tarkoittaa ilman olevan epäpuhdasta. Mittaukset tulevat alkuvaiheessa informatiivisiksi tiedoiksi. Tarkoituksena on seurata, kuinka ilmanlaatu vaihtelee tiloissa päivän aikana. Tulevaisuudessa seurannan pohjalta pohditaan, voisiko anturin mittaustietoa käyttää ilmastointikoneen säätöön. Mittaustulosten analysointi ja mahdollinen toiminnonlisäys puhaltimien ohjaukseen jää myöhemmäksi, joten ne eivät ehdi tähän opinnäytetyöhön. (14.)

6.7 Sähkönkulutusmittarit

Kiinteistön sähkönkulutuksen seurantaan kiinnitetään huomiota lisäämällä sähkönkulutusmittareita. Sähkömittarit ovat Carlo Gavazzin valmistamat EM21- ja EM24-malliset (kuva 29).



KUVA 29. Carlo Gavazzin EM24-sähkömittari (15.)

Mittareita lisätään kerroksien 1–4 sähkökeskuksiin siten, että ne mittaavat kunkin kerroksen sähkönkulutusta. Mittareita asennetaan myös IV-koneiden, jäähdytyskoneiden, saattolämmityksen sekä palvelinhuoneen sähkönsyöttöön. Lisäksi sähkömittari asennetaan sähkön päämittaukseen. Näin voidaan seurata, mikä kokonaisuus vie eniten energiaa, jolloin energian säästö on helpompaa kohdistaa oikeisiin kokonaisuuksiin. Energiamittarit liitetään automaatiojärjestelmään tiedonsiirtoväylän avulla, jolloin saadaan reaaliaikainen tieto sähkönkulutuksesta. Sähkömittareiden liittäminen väylään on esitetty luvussa 6.3. (16.)

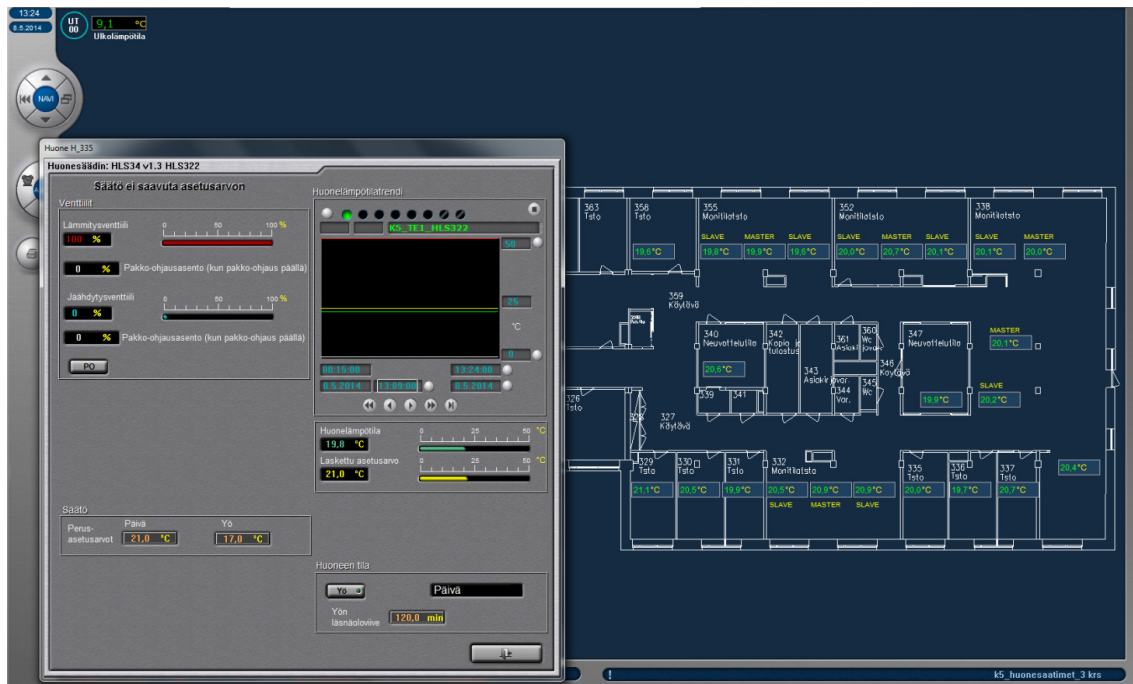
7 VÄYLÄLAITTEIDEN LIITTÄMINEN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄÄN

7.1 Produalin HLS34-huonesäätimet

Huonesäädinten liittäminen automaatiojärjestelmään aloitettiin määrittelemällä jokaiselle huonesäätimelle yksilöllinen väyläosoite sekä väylän tiedonsiirtonopeus. Tiedonsiirtonopeudeksi valittiin 9600 bps, koska energiamittarit tulevat samaan väylään ja niiden liikennöintinopeutta ei voi valita. Säätimien asetukset määriteltiin huonesäädinten käyttöönotto työkalulla HLS 34V1.3SER. Tämä nopeuttaa huomattavasti säädinten asetusten laittoa, koska työkalua käyttämällä ei tarvitse asettaa jokaisen säätimen jokaista asetusta yksitellen jokaiseen säätimeen, vaan käyttöönotto työkalulla voidaan kullekin säätimelle määritellä ne parilla napin painalluksella. Muita aseteltavia asetuksia ovat mm. venttiilimoottorien toimisuunta sekä moottorien tyyppi. Väylän molempiin päihin tulee laittaa päätevastukset.

Huonesäädinten asetusten määrittely jälkeen määriteltiin yhteysparametrit valvomo-PC:hen ja CWS:ään. Nämä määrittelyt on esitetty liitteessä 1. (13; 17.) Liite 1 on piilotettu työn toimeksiantajan pyynnöstä.

Kun kaikki määrittelyt valvomo-PC:hen ja huonesäätimille on määritetty ja väyläkytkennät tehty, näkyvät huonesäätimet valvomo-PC:llä. Kuvassa 30 on valvomo-PC:n näkymä 3. krs. huonesäätimistä. Kuvassa on myös auki säätimen HLS322 tietosivu, jollainen aukeaa jokaisen huonesäätimen symbolin kohdalta.



KUVA 30. Huonesäätimen tietosivu

Tietosivulla nähdään kaikki se tieto, joka grafiikan piirroksessa määriteltiin genieen. Lisäksi siitä voidaan määritellä huonesäätimelle asetusarvo ja ohjata venttiilejä.

Koska avokonttorien huonesäädinten toiminta poikkeaa normaalista huonesäädinten toiminnasta siten, että kaikilla alueen säätimillä on vain yksi huonelämpötilan asetusarvo, joudutaan huonesäätimien toimintaa ohjaavaa Cicodea muuttamaan. Tässä työssä ei kuitenkaan perehdytä tähän ohjelmointiin.

7.2 Danfoss-taajuusmuuttajat

Ilmastointikoneen puhaltimien taajuusmuuttajat ovat Danfosin valmistamat FC101-mallin taajuusmuuttajia (kuva 31).



KUVA 31. Danfoss FC101-taajuusmuuttajia (18.)

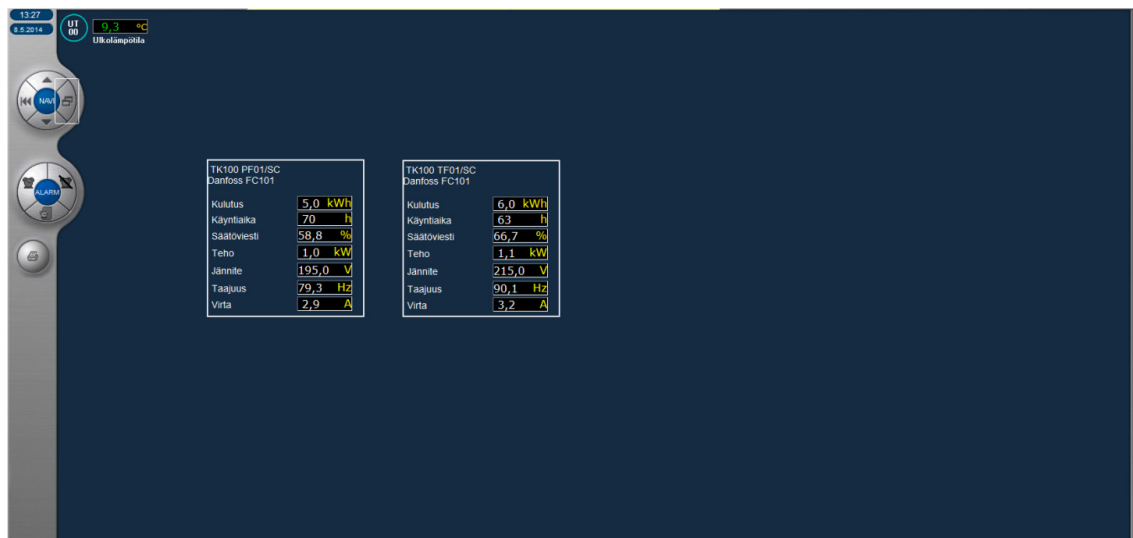
FC101-malli eroaa FC102-mallista siten, että FC101-taajuusmuuttaja on ominaisuuksiltaan hieman riisutumpi malli. Taajuusmuuttajassa ei ole kaikkia niitä parametrejä, joita FC102:ssa on. Suurimmat käyttöä rajoittavat tekijät käyttäjän kannalta ovat, ettei mallista voi valita suomenkielistä valikkoa, vaan kaikki tekstit ovat englannin kielellä sekä taajuusmuuttajan näyttö on pieni. (19; 20.)

Taajuusmuuttajien liittäminen väylään aloitettiin muuttamalla olemassa oleva RS485-väylä nelijohtimisesta väylästä RS485-kaksijohtimiseksi, koska taajuusmuuttajissa ei ollut mahdollisuutta nelijohdinväylään. Fyysisten kytkentöjen jälkeen parametroidiin taajuusmuuttajiin oikeat parametrit. Taajuusmuuttajille määriteltiin käytettävä liikennöinti-protokolla, väyläosoite, liikennöinti-nopeus, pariteetti- ja stop-bitin käyttö, minimi- ja maksimiaika vastauksen lähettämiselle ja kahden tavun välinen maksimiviive.

Käytettäväksi liikennöinti-protokollaksi määriteltiin Modbus RTU, taajuusmuuttajan valikosta parametri 8-30. Väyläosoitteeksi asetettiin tulopuhaltimelle 13 ja poistopuhaltimelle 12 (parametrilla 8-31). Parametrilla 8-32 liikennöinti-nopeudeksi asetettiin 38 400 bps. Vastauksen minimiviiveeksi asetettiin 5 ms parametrilla 8-35 ja maksimiviiveeksi 5000 ms parametrilla 8-36 sekä kahden tavun väliseksi maksimiviiveeksi 0,75 ms parametrilla 8-37. Pariteettibittiä ei otettu käyttöön ja stop-bittejä otettiin käyttöön yksi (parametrilla 8-33). (20.)

Kun liikennöinti-parametrit oli aseteltu, täytyi taajuusmuuttajaan määrittää ne tiedot, joita väylän kautta halutaan lukea. Määrittelyt tehtiin parametriin 8-43.

Luettavat tiedot ovat ns. holding register -tietoja eli tiedot luetaan tilarekisteristä. Luettavat taajuusmuuttajan tiedot ovat moottorin virta, jännite ja taajuus sekä automaatiojärjestelmästä saatu ohjausviesti. Lisäksi taajuusmuuttajasta luetaan hetkellinen tehonkulutus, kokonaiskulutus ja taajuusmuuttajan käyntiaika. Tämän jälkeen tehdään määritykset valvomo-PC:hen ja CWS:ään. Tarkemmat määritykset valvomoon on esitetty liitteessä 2. Liite 2 on piilotettu työn toimeksiantajan pyynnöstä. Kun kaikki määritykset on tehty, näkyvät taajuusmuuttajista luettavat tiedot valvomossa (kuva 32). (20.)

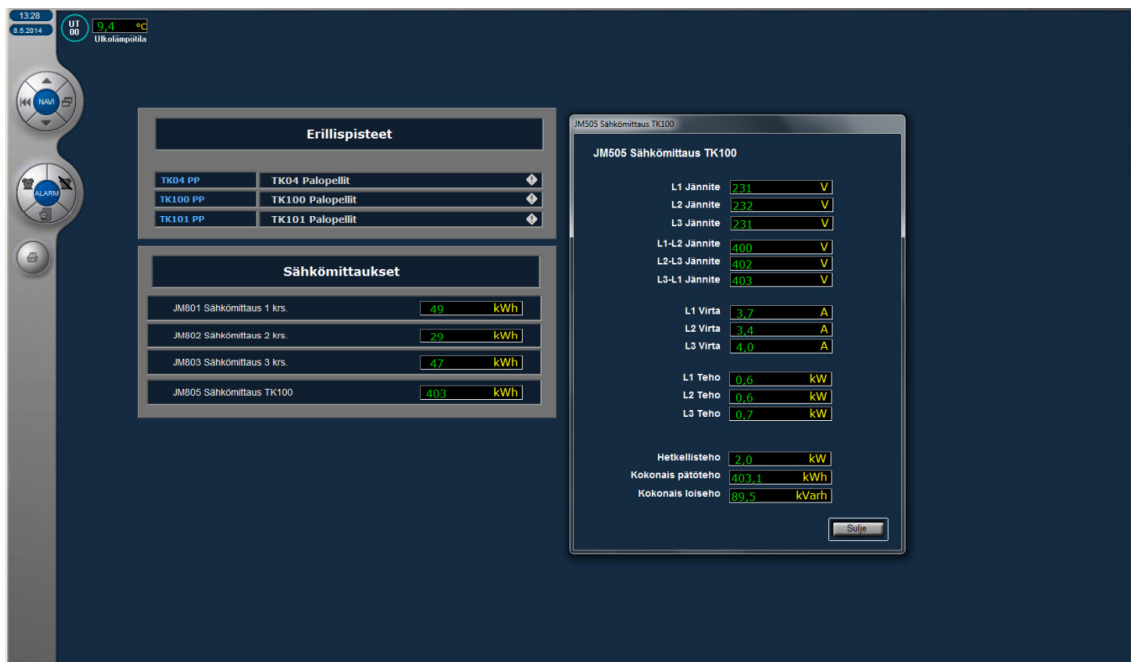


KUVA 32. Näkymä valvomosta taajuusmuuttajien tietosivulta

Kun taajuusmuuttajat olivat olleet jonkin aikaa väylällä kiinni valvomo-PC:ssä, antoi taajuusmuuttaja virheilmoituksen ja pysäytti puhaltimet. Virhe mitä ilmeisemmin johtui siitä, että taajuusmuuttajien minimivastausaika on 5 ms ja automaatiojärjestelmän UIO:t vastaavat n. 2,5 ms:ssa. Tästä johtuen taajuusmuuttajat keräsivät virheilmoituksia omaan laskuriinsa ja laskurin tullessa täyteen menivät error-tilaan. Tästä tilasta pääsi pois, kun käytti taajuusmuuttajia jännitteettömänä. Tähän ongelmaan ei löydetty muuta ratkaisua kuin laittaa taajuusmuuttajat keskenään omaan väyläänsä.

7.3 Sähkömittarit

Sähkömittarit liitettiin huonesäädinten kanssa samaan väylään. Sähkömittareihin tuli määrittää Modbus-osoite ja tiedonsiirtonopeus. Tämän jälkeen määriteltiin yhteysasetukset valvomo-PC:hen. Määritykset valvomo-PC:hen on esitetty tarkemmin liitteessä 3. Liite 3 on piilotettu työn toimeksiantajan pyynnöstä. Määrittelyn jälkeen valvomossa näkyy sähkön kulutus. Lisäksi valvomosta nähdään mm. jokaisen vaiheen jännite ja virta (kuva 33). (16.)



KUVA 33. Valvomonäkymä sähkömittareista

8 YHTEENVETO

Työn päätarkoituksena oli liittää eri väylälaitteet rakennusautomaatiojärjestelmään. Työssä myös tutustuttiin kahden eri IV-koneen toimintoihin ja näiden eri toimintojen yhdistämiseen yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi.

Väylälaitteiden liittäminen valvomo-PC:hen tuntui aluksi haastavalta työltä, mutta kun asiaan hiukan perehtyi, sujui työ jouhevasti. Väylälaitteiden liittämisen tuli olla tarkkana kaikkien parametrien kanssa, koska jos jokin merkityksettömälkin tuntuva parametri oli väärin aseteltu, ei yhteys laitteeseen toiminut tai se toimi huonosti. Taajuusmuuttajien kommunikointi oli aluksi liian hidasta, mutta tämänkin ongelma saatiin ratkaistua muuttamalla taajuusmuuttajat omaan väyläänsä. Väylälaitteiden liittäminen valvomoon vei paljon aikaa, mutta tämänkin aika varmasti lyhenee, kun kokemusta ja rutiinia tulee lisää.

Väylälaitteet yleistyvät kovaa vauhtia rakennusautomaatiossa. Itse näen tämän hyvänä asiana, koska jos väylään saadaan paljon laitteita, vähenee kaapelien lukumäärä huomattavasti aiemmasta, jolloin jokaiselle toimilaitteelle vedettiin oma kaapeli.

Työmaan aikataulu oli tiukka. Työt aloitettiin maaliskuussa 2014 ja valmista tuli olla huhtikuussa 2014. Tiukasta aikataulusta huolimatta pysyttiin aikataulussa. Mielestäni näin kireä aikataulu ei ole hyvä, koska kiire altistaa inhimillisille virheille, joita ei välttämättä havaita käyttöönoton yhteydessä. Näitä virheitä joudutaan mahdollisesti korjaamaan jälkikäteen, joka aiheuttaa lisäkustannuksia urakoitsijalle. Lisäksi järjestelmän toimimattomuus laskee asiakastyytyväisyyttä, jonka palauttamiseen tarvitaan paljon työtä.

LÄHTEET

1. Alikoski, Jukka – Forsman, Jukka – Harjanne, Panu – Heikkilä, Pekka - Koskenranta, Tuomas – Piikkilä, Veijo – Ruoho, Timo – Räikkönen, Jari – Sahlstén, Siirtola, Marko – Sulku, Jukka – Sutinen, Leo. 2001. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
2. Piikkilä, Veijo - Sahlstén, Toivo 2006. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo: Sähköinfo Oy.
3. ESV 2.0 Manuaali v.1.0. 2006. Computec Oy. Sähköinen opas.
4. UIO 032 Käyttöohje V1.0 2006. Computec Oy. Sähköinen opas.
5. CWS06 Ds esite. 2007. Computec Oy. Sähköinen opas.
6. Econet energiajärjestelmä, käsikirja. 2013. Flakt Woods Oy. Saatavissa: <http://www.flaktwoods.com/eb443ec5-c475-4259-a5c5-f2395aa67214>. Hakupäivä 30.3.2014
7. Econet käsikirja, pumppuryhmä- ja putkiasennukset. 2007. Flakt Woods Oy. Saatavissa: <http://www.flaktwoods.fi/3c68ddf9-8107-4976-b1f6-e892fa0e8413>. Hakupäivä 30.3.2014
8. React ilmastuslaitteisto. Oy Swegon ab. Saatavissa: http://www.swegon.com/Global/PDFs/Flow%20control/Demand%20controlled%20ventilation/_fi/REACTa.pdf. Hakupäivä 4.4.2014
9. Nieminen, Jyri. Energiatietoisuus rakentaminen. VTT. Saatavissa: http://www.vtt.fi/liitetiedostot/cluster5_metsa_kemia_ymparisto/Nieminen.pdf. Hakupäivä 8.5.2014
10. Swegon Casa W130. Oy Swegon ab. Saatavissa: <http://www.swegon.com/Global/PDFs/Home%20ventilation/Air%20handling>

[%20units/Swelon%20CASA%20W-series/ fi/CASA W130.pdf](#). Hakupäivä 17.4.2014

11. Adriatic VF Jäähdytyspalkki. Oy Swelon ab. Saatavissa:

<http://www.swelon.com/fi/Tuotteet/Vesikiertoiset-ilmastointijärjestelmät/Ilmastointi--ja-jaahdytyspalkit/ADRIATIC-VF>. Hakupäivä 20.4.2014.

12. Produal TEHR-P huonesäädin 2014. Produal Oy. Saatavissa:

<http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/L%C3%A4mp%C3%B6tilan%20mittaus/KP%2010/TEHR%20KP%2010-P>. Hakupäivä 8.5.2014

13. Produal HLS34 huonesäädin 2014. Produal Oy. Saatavissa:

<http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/S%C3%A4%C3%A4timet/HLS%2034>. Hakupäivä 8.5.2014.

14. Huoneilmanlaatuanturi 2014. HK Instruments Oy. Saatavissa:

<http://www.hkinstruments.fi/fi/tuotteet/ilmanlaatuanturit/huoneilmanlaatuanturi>. Hakupäivä 8.5.2014

15. Carlo Gavazzi EM24. 2014. Farnell Elements. Saatavissa:

<http://fi.farnell.com/carlo-gavazzi/em24-din-av5-3d-02-p/meter-em24-2-output-ct-con/dp/1947815?CMP=KNC-GFI-FFI-GEN-KWL>. Hakupäivä 8.5.2014.

16. Carlo Gavazzi EM24 manuaali. 2014. Farnell Elements. Saatavissa:

<http://www.farnell.com/datasheets/1500018.pdf>. Hakupäivä 8.5.2014.

17. Produal HLS 34 SER. 2014. Produal Oy. Saatavissa:

<http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/S%C3%A4%C3%A4timet/HLS%2034-SER>. Hakupäivä 8.5.2014.

18. Danfoss FC101 -taajuusmuuttaja. Danfoss Oy. Saatavissa

<http://www.danfoss.com/Italy/NewsAndEvents/News/VLT-HVAC-Basic-Drive-FC-101/6BBF91C2-E599-437E-94C0->

7A601D024B2E.htmlwOo7IFY&ved=0CAYQ_AUoAQ&biw=1920&bih=950#chan-nel=fflb&q=danfoss+fc101&rls=org.mozilla:fi:official&tbm=isch&facrc=&imgdii=&imgrc=k_01fBSPDaK-rM%253A%3Bh474z6iUD_vZLM%3Bhttp%253A%252F%252Finverterdrives.ru%252Fd%252F198252%252Fd%252F1637794801_6.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Finverterdrives.ru%252Fdanfoss_drives%3B350%3B229. Hakupäivä 8.5.2014.

19. Danfoss FC101 manuaali. Danfoss Oy. Sähköinen opas.

20. Danfoss FC102 manuaali. Danfoss Oy. Sähköinen opas.